DEL SUONO

DE' TREMORI ARMONICI

E DELL' UDITO

TRATTATI

del P. Daniello Bartoli

Della Compagnia di Gesù

LIBRI QUATTRO

VOL. PRIMO

NAPOLI
Uffizio de' libri ascetici e predicabili
Strada Guantai nuovi
Stufa S. Giorgio de'Genovesi n. 18. 4.° p.°
1861

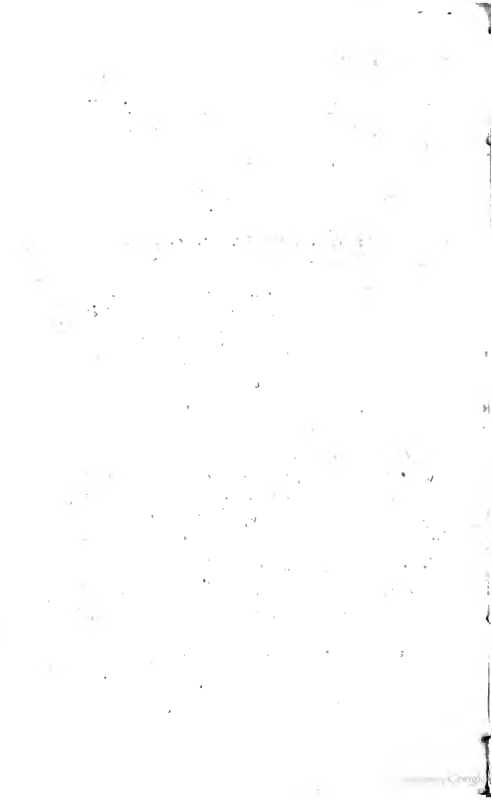
Le copie senza questa firma sono stampate senza l'intesa di chi prendeva la cura di far ristampare quest'opera.

TIPOGRAFIA DELL'ANCORA

Quisque aliquid de natura dicit: et singuli quidem, nil, aut parum ei addunt: ex omnibus vero collectis, aliqua magnitudo fit.

Arist. lib. 2. Metaph. Tex. 1.

Aristoteles (inquit Cicero) veteres philosophos accusans, ait, eos aut stultissimos, aut gloriosissimos fuisse, qui existimassent philosophiam suis ingeniis esse perfectam: sed se videre, quod paucis annis magna accessio facta esset: brevi philosophiam plane absolutam fore. Quod igitur fuit illud tempus? Quando est, aut a quibus absoluta? Nam quod ait, stultissimos fuisse qui putassent ingeniis suis perfectam esse sapientiam; verum est: sed ne ipse quidem satis prudenter, qui aut a veteribus caeptam, aut a novis auctam, aut mox a posterioribus perfectum iri putavit. Nunquam enim potest investigari quod non per viam suam quaeritur.

Lactant. De falsa sapien. cap. 28.

TRATTATO PRIMO

DEL SOMIGLIANTE DIFFONDERSI CHE FANNO IN CERTI LOR MOVIMENTI L'ARIA E L'ACQUA.

CAPO PRIMO

Considerazione de' circoli che si forman nell' acqua, per adoperarli a rappresentare i tremori dell'aria, e gli andamenti del suono.

L'immagine più somigliante al vero, perocchè acconcia a rappresentare in più cose il tremore, e gl' increspamenti dell' aria, e con essi il nascere, il muoversi, il vivere, e 'l morire del suono; è quella tanto da ognun saputa, e da' trattatori di questo argomento or bene or male adoperata, dello spargersi che fanno per su la superficie d'un acqua stagnante mille onde girate in mille cerchi, aventi per comun centro la percossa d'un sasso che vi si getti a sollevarne il primo. Ho detto *ac-*

Così eziandio cose leggieri quanto è l' increscamento d' un' acqua, adoperate con senno, vagliono a magisterii di troppo altro peso ch' elle non sono. Perocchè quell' impossibile che il poeta Ausonio significò ad un pittore, essere il fare in tela, e a colori, un ritratto dell'Echo (onde fu il dargliene una tal licenza, ch'era toglierne ogni potenza; dicendogli,

Si vis similem pingere, pinge sonum:

qui si vede divenuto possibile, mostrandosi il suono poco men che visibile, con farlo specchiar nell'acqua, e ricavarne dal naturale una immagine rappresentativa di lui, e tanto a lui somigliante, che come i due gemelli di Plauto, agevolmente si scambiano l' un nell' altro, e si erra senza errore, sustituendo i serpeggiamenti dell' acqua, come effigie delle vibrazioni dell' aria, che sono i tremori del suono.

Io, nel farne parecchi sperienze, mi ci ho preso quel diletto, che chiunque n' è vago, può averlo certamente non piccolo; dove voglia passar più avanti di quello sterile piacer che sarebbe, veder nascere, e subito nati gittarsi a nuoto l'un dietro all'altro, e fuggirsi, e incalciarsi una bene ordinata schiera di circoli: e serpeggiando or alti or bassi, parer che si tuffin sott'acqua col capo, e ne risalgan col dosso (1):

(1) D. Inf. 22.

Come i delfini quando fanno segno
A' marinar con l'arco de la schiena,
Che s'argomentin di campar lor legno.

Or quel che a me è avvenuto d' osservare, tenendo sempre gli occhi nelle crespe dell'acqua, e il pensiero in quelle dell'aria per comparar le une coll' altre, e dividerne il simile dal differente, è questo.

Postomi ritto in piedi alla sponda d'un assai capevole ricetto d'acqua, murato per attorno in quadro (nominianlo peschiera) e fatto diametro de mezzi cerchi (che sol mezzi ne volli, acciocchè mi riuscisser maggiori) l' un di que' quattro muri, e centro de'semicircoli il suo punto di mezzo, sopra esso ho lasciato cadere rasente il muro, sassolini, e pietre di differente grandezza.

Primieramente dunque il sasso, ferendo la superficie della peschiera con le due forze unite, della gravità, e dell' impeto naturale, dà un colpo all'acqua, e l'urta, e se la rispigne d' attorno, e le imprime forza da muoversi: e con ciò lieva la prima onda girata in un mezzo cerchio. L'acqua che ha ricevuta la percossa del sasso, al medesimo tempo premuta giù, e avvallata, e con ciò messa fuor di livello, da sè medesima vi ritorna. Ma perciocch'ella fu messa sotto con impeto, risale sopra con impeto, e sormonta la superficie, e il piano del suo giusto livello: indi ricade giù, e si profonda ancor più del dovere; e così siegue avvicendando calate e montate, che

tutte son forza d' impeto conceputo ; finchè mancato esso, e con esso la cagione del muoversi, ella s' acqueta. Or essendo questo suo rimbalzare in alto, un continuato urtare, e sospignere l'acqua circonstante, è altresì un continuato multiplicar circoli nella superficie d' essa.

L'acqua della quale questi cerchi si formano, non si parte di dove ella era prima di muoversi; e ancorchè, come più avanti vedremo, gabbi l'occhio fin quasi farglielo creder vero, non però è vero ch' ella serpeggi, e si porti lontano correndo fino alle sponde della peschiera. Il suo muoversi non è camminare per su il largo, ma dare un guizzo, e fare un saltellino all' in su, e dopo esso, dar giù, senza altro cambiamento di luogo, che l'alto e 'l basso nella medesima linea perpendicolare. E ve ne renderà sicuro una piuma, un fuscellino, un fiocco di bambagia, che poniate in su l'acqua. Nol vedrete portato dal centesimo circolo più lontano di dove era nel primo. Così sogliono ingannar la veduta di chi sta rimirando d'in sul lito le smisurate onde del mare quando è in tempesta. Elle sembran montagne vive e moventisi a tutta corsa contro alla terra, in atto minaccioso di sopra farla, e sommergerla: ma ella è tutta mostra, e gabbamento degli occhi : perocchè il vero moto di quelle onde non è altro, che levarsi in piedi il mare, e ivi stesso cadere: e l'onda ch' era un monte in mezzo a due valli profonde, divenire una valle sprofondata fra mezzo a due monti. Ivi la nave è quel che la piu-

ma nella peschiera, quanto al non aver dall'acque altro moto che all'in su, e all'in giù della medesima linea, alla quale ora è in cima, ora in fondo. Non corrono dunque nella peschiera i circoli, che sono le ondicelle sollevate dalla percossa del sasso, perchè la loro acqua sia quella che si parta dappresso il centro, e vada verso la sponda. E questa, per lieve cosa che sembri a dire, pure in parecchi occasioni si proverrà di non lieve utilità il ricordarla.

Se la pietra che si gittò è un sassolino minuto, produrrà, poniamo, un qualche cinque, sei, otto cerchi; e questi si vedranno andare per sul piano dell'acqua, come una fascia increspata, che sempre più si allarghi a maggior circuito. Il rimanente del campo, ch'è la superficie dell'acqua, così quella che è dattorno al convesso del primo, come l'altra ch'è dentro al cavo dell' ultimo cerchio, si vedrà piana, e liscia: e 'l menomo fra' circoli, cioè il più vicino al centro, quanto va innanzi, tanto si lascia dietro spianato e pari quel ritondato dello spazio che comprende.

Così sia la peschiera; il muro d' essa che fa diametro a'mezzi cerchi: il lor centro, otto onde mosse dal sassolino gittato, le quali sol dove si truovano, ivi formano le lor crespe la superficie dell' acqua alla quale non sono ancor giunte: quella per su la quale già son passate: perciò l'una e l'altra quieta, e piana.

Sien dunque stati otto i circoli che il sassolino ha potuti formare: dico, che movendosi, e dilatandosi, mai non crescon di nu-

mero, ma duran sempre que' medesimi otto di prima, e sempre se ne va perdendo uno, e sempre in vece di lui se ne va acquistando un altro.

Non è però che il primo cerchio che fu prodotto immediatamente dalla percossa del sasso, sia egli quello che continovi a produr gli altri, urtando, e rimovendo l' acqua che gli sta davanti: nella maniera che vediam farsi in un panno morbido, disteso sopra una tavola liscia; che se dall' orlo d' un lato il sospigniamo incontro a sè stesso, egli si raggrinza, e divien tutto crespe, e quasi onde: e la prima d' esse, cioè la più prossima alla mano che fa l' operazione, rialza la seconda, e questa sollieva la terza, e così in tutte le susseguenti; ciascuna ne produce un altra davanti a sè. I cerchi dell'acqua non si aggiungon di fuori al convesso del primo; ma gli si forman nel concavo, e si van chiudendo l' un dentro all'altro: perocchè la cagion del produrli è stata la mossa che si è operata nell'acqua dal sasso che la percosse, e con la percossa vi cagionò quella agitazione, che fino all' ultimo acquetarsi, mai non si riman dall'aggiungere onde ad onde, e circoli a circoli: adunque l' un dentro all' altro.

CAPO SECONDO

Intramessa: dello smisurato, e non credibile spargersi delle onde sollevate nell'acqua dalla percossa d' un sasso. La filosofia naturale doversi tenere colle sperienze: e le sperienze non volersi fare coll'animo passionato: nè creder tutto alle altrui, nè non ne creder nulla.

E qui mi costrigne a fare una brieve, e forse non increscevole intramessa, certa opinione d'un valente uomo, e della musica speculativa, e pratica, della quale ha scritto e in più altri libri, e tutto da sè un gran volume nella sua lingua materna, benemerito quanto il sia verun altro. Questi, prende non un di que' capi d' alpe che torreggiano su gli Apennini, nè una rupe del Caucaso, nè tutto svelto dalle sue radici l'Olimpo; ma con due dita in punta una pietruzza, quanto minor di corpo tanto maggior madre del gran miracolo che ne vedrete uscire, seguitando lui, che messisi in gamba que'borzacchini di oro, che, come disse il poeta, portano il mercurio che hanno in capo i letterati *Sublimem alis aequora supra* (1): prende il volo verso alto mare, e sempre più innanzi, e più dentro, non si riman nè posa, sino a fermarsi nel mezzo, e per così dire, nel centro di tutto il gran circuito del maggiore oceano della

(1) Virg. Æn. 4.

terra. Quivi giunto, si lascia cader dalle dita soavemente nell'acqua quel sassolino: e vede, ch'egli col suo percotimento lieva quelle medesime dieci, venti, poche più o meno ondicelle, che farebbe in una peschiera: e tutto che appena sensibili per lo pochissimo rilevar che fanno, egli pur ne seguita il moto coll'occhio attorno attorno, intentissimo a contare i passi che danno, e misurare il tempo che durano, la velocità con che corrono, e lo spazio per fin dove s'allargano. E quanto si è allo spazio, vede cosa da non isperare che, fuor dei suoi, altri occhi d'uomo la veggano: cioè, i circoli di quelle ondicelle sollevare dal sassolino colà in mezzo all' oceano, venirsi allargando per su quella vastissima superficie, fino a comprenderla tutta da sponda a sponda, e da lito a lito: perocchè mai non rimanersi dal durare, dal correre, dal distendersi, dal dilatarsi, finchè non arrivino a rompere incontro alle spiagge marine d' Europa, d' Africa, d' Asia, e del mondo nuovo. Tanto può circondar di paese un filo d' onda saputo aggirare dall'ingegno d'un uomo: altro che il famoso cuoio del bue, che Didone assottigliò, allungò, distese per sì gran modo, che le venne fatto di cignere, e abbracciar con esso una pianura bastevole a fondarvi la sua smisurata Cartagine.

Nè vi crediate di poter punto ritrarre da una così incredibil credenza quel valente scrittor, con farvene maraviglia, e mostrargli, di non saper darvi ad intendere, come, da un così lieve impulso, qual è il possibile a darsi

dal colpo di un sassolino cadente nell' acqua per tre o quattro palmi d'altezza, s'imprima un impeto di forza possente a produrre, e continuare un moto di così lunga durata di tempo, di così gran tenuta di spazio, che ne provengano circoli di due, di tre, e ancor di più migliaia di miglia di diametro. Egli tal ve ne adduce una sua ragione, che leggendola, poco men che per evidenza ne didurrete, che se l'oceano fosse una pianura infinita, i cerchi di quelle sue ondicelle vi si andrebbon movendo, e dilatandosi in eterno, con in fatti un impossibile a farsi, che un agente di virtù finita, che muove con impressione ab estrinseco, e con forza violenta al mobile, e contrastata dalla resistenza ch' esso le fa, e quindi sempre più debole, e mancante non per metà di metà, nel qual modo mai non si verrebbe a capo di un verun moto, o sia di alterazione, o locale: duri naturalmente movendo fino a mai non distruggersi, e mancare.

Ma di ciò sia che vuole: non avendo io citata questa opinione, di cui ch' ella sia, per farne qui causa, e giudizio. Ben mi farebbe caro ch' ella valesse d'esempio, e di ricordo a chi studia nelle opere della natura. Che non dobbiam farci troppo leggermete a credere, tali esser le cose in fatti, quali ce le rappresentano in disegno le nostre speculazioni: non perciò vere, perchè ingegnose; nè strignenti, perchè han de' nodi malagevoli a sciorsi: altrimenti, divengano statue immobili di filosofi impietriti, quanti filosofi (e vi so dir che pa-

recchi) non si sapranno sviluppare dagl' ingegnosi sofismi di Zenone , e di Crono (1) , provanti impossibile il muoversi , tutto che pur moventisi nel provarlo (2). *Rationi fides habenda est* (disse vero Aristotile) *si quae demonstrantur, conveniunt cum iis quae sensu percipiuntur.*

Smisurato è il campo, e senza numero son le materie, intorno alle quali questo bello, e gran mondo c' invita a diportarci coll' animo per diletto, a lavorar coll' ingegno per utile; ed o imparando formarci , o insegnando dimostrarci filosofi.

Quasi lunga pittura in tempo breve;
Che'l piè va innanzi, e l'occhio torna indietro (3).

Assai v'è del paese scoperto; assai più della *Terra incognita.*

E più dell' opra che del tempo avanza.

Nè io certamente saprei decidere la quistione, se riesca più faticoso all' ingegno, il ritrattare alcuno degli argomenti trattati, o il prenderne a trattare de' non ancor toccati. Ben veggo io, che questo secondo importa necessità di farsi la via da sè; e l' aprirla, e 'l bene addirizzarla , e 'l felicemente condurla al termine che si cerca, doverlo tutto a'suoi

(1) Sext. Emp. l. 1. Pyrrhon hypoth.
(2) Lib. 3. de gener. anim. cap. 10.
(3) Tri. d'am. cap. 4.

piedi: come chi entra a viaggiare per attraverso le solitudini della Libia diserta, dove tutto è un mar d'arene in terra (1);

> Le quai, come Austro suol l'onde marine,
> Mesce il turbo spirante: onde a gran pena
> Ritrova il peregrin riparo, e scampo
> Da le tempeste dell'instabil campo.

Ma se il farsi da sè la strada è fatichevole, e pericoloso d'errare, chi sa dirmi, se non l'è altrettanto, e forse più, il trovarsi davanti a' piedi cento strade aperte; e tutte di così svariati, e contrarii andamenti, che come nel laberinto di Creti, o nell'altro d'Egitto dieci volte più spazioso, quel che toglieva la via da uscirne, era la moltitudine delle via, perocchè il lasciarne una in cui si errava, era entrando in un altra che raddoppiava l'errore: così in quasi ogni suggetto, eziandio naturale, e sensibile, de'già presi a trattare, massimamente filosofandone all'antica, la moltitudine, la contrarietà, l'intrigamento delle opinioni, tutte in ismentirsi, e convincersi l'una l'altra menzonere, e bugiarde, sol questo in fine vi fan sapere di vero, che fra tante vie non sapete qual prendere che vi conduca a saper cosa certa del vero. L'uno autore sfregia, e cassa il male scritto dell'altro; l'altro ripruova, e danna il mal provato da questo. Tutto va in diroccar l'uno in capo all'altro le sue male archi-

(1) Tass. Cant. 17. st. 1.

tettate speculazioni, scotendone, e spiantandone i fondamenti: con qual degno pro della misera filosofia (1).

Quando sian poi di sì gran moti il fine
Non fabbriche di regni, ma ruine?

In tanto, quel che riesce più agro a sentirsi, e più duro ad intendersi, è, che tutti si contradicano, e tutti ugualmente dimostrino: frema, e gridi quanto fa l'accademia per bocca del suo eloquentissimo sostenitore Marco Tullio (2): *Quid tam temerarium, tanquam indignum sapientis gravitate atque constantia, quam aut falsum sentire, aut quod non satis explorate perceptum sit et cognitum, sine ulla dubitatione defendere ?*

Quindi è poi il non irragionovole gloriarsi, che tra sè soglion fare que'letterati, che hanno eletta per la migliore la via del filosofare intorno alle opere della natura, considerandole sotto tal legge, che, in quanto è possibile ad ottenersi, sempre accompagnino la ragione col senso; e come già i due fratelli Colombi, Cristoforo che fu lo scopritore del mondo nuovo, e Bartolomeo, avean fra sè concordemente divisi i ministerii attenentisi alla professione marinaresca, in quanto l' un d'essi delineava le carte da navigare, l' altro le adoperava; e si erano di scambievole ammaestramento, quegli appuntando su la carta i luoghi marini

(1) Ibid. c. 1. stan. 24.
(2) Init. l. de nat. Deor.

colla scienza, questi rettificandoli colla sperienza: similmente que'dotti, filosofando della natura, si uniscono con reciproca utilità, ad avverarne il fatto con la ragione, e a comprovarne la ragione col fatto.

Nelle scienze puramente speculative, vero è di tutti quel che di Democrito non fu vero, che si può esser cieco: e chi non l'è, de'farsi per veder meglio al buio. L' udito è il valletto di cammera, che dà il passo alle specie astratte, che salgono, diciam così, fino alla terza region della mente: e questa, tanto gelosamente si guarda dallo svagarla che potrebbe il veder cosa materiale, che nel recarsi che fa in atto di speculare, o inchioda gli occhi aperti affissandoli in uno sguardo che non guarda, o non vede, o gli accieca chiudendoli dentro a sè stessi. Al contrario la filosofia naturale, tanto ci vede quanto adopera gli occhi. Senza essi, non può dare un passo che o non inciampi, o non tema d'andar trasviata errante fuor della diritta linea del vero; e con ragione: perocchè, giudice la ragione, e testimonio Aristotile (1), *Sensuum hic vel maxime nos cognoscere quicquam facit, multasque differentias manifestas*. Quindi è che in sul bello architrave delle porte d'ogni Università, d'ogni accademia, d'ogni scuola, dovunque si prefessa questo nuovo genere di filosofia, dovrebbe darsi a scolpir da Galeno in tutte le varietà di caratteri, e di lingue, quel suo sempre memorabile assioma, e

(1) Metaph. l. 1. c. 1.

non meno che alla notomia, bisognevole a tutte le scienze sperimentali: QUICUNQUE VULT OPERUM NATURAE ESSE CONTEMPLATOR, OPORTET EUM CREDERE PROPRIIS OCULIS.

Le sperienze sono come gli archi, e le centine, che danno il sostegno al peso, e la forma al sesto della volta; voglio dir delle speculazioni, che sopra esse si serrano. *Altum alii teneant:* quegli che filosofando astratto si allontanano dalla materia sensibile, e nel puro intelligibile a lor talento s'ingolfano. Al filosofo naturale, vuol dirsi (1),

Alter remus aquas, alter tibi radat arenas.

Sia un navigare rasente la terra, che sembri un camminare rasente il mare. Sempre l'un remo a quella, e l'altro in questo, quasi due braccia, che uniscano, quinci la sperienza, quindi la scienza; l'una a proporre il fatto, l'altra a discuterne la cagione.

Ma la prima, per non dire la maggior cura, vuol mettersi nell'avere infallibile le sperienze: sì per non navigare indarno, credendo, come più d'una volta è accaduto, essere una punta di monte in terra ferma quella che era un capo di nuvola su l'orizzonte del mare: e sì ancora, per non ricevere in faccia dagli avversarii quel vergognoso *Nego suppositum*, che lor tal volta serve d'un taglio dato al nodo che non può sciorsi. Convien fi-

(1) Prop. I. 3.

gurar questa parte con quanto è possibile alla diligenza, e debito alla fedeltà; perocchè se può giurarsi sospetta la sperienza, senza più, la causa è perduta. Per dunque non esser vinto, prima di combattere, abbiasi da ognuno come detto a sè quel che tacito meritamente lodò nel prudentissimo suo Paolino (1), *Satis incipi victoriam ratus, ubi provisum foret ne vinceretur.*

Che poi le sperienze si voglian fare non ad animo passionato, con un quasi anticipato voler che riesca quel che si vorrebbe che fosse, ma tutto indifferente, e fedele, come lo specchio ad esprimer l'immagine di qual che sia l'obbietto che gli si pose davanti; non ha mestieri di ragionarne a lungo, potendosene agevolmente comprendere la ragione da quello stesso che il filosofo avvisò intervenir nel morale (2): *Facile decipimur circa sensus cum in passionibus existimus. Alii autem in aliis; velut trepidus in timore, et qui amat in amore: ita ut vel ex modica similitudine sibi videatur ille quidem hostes videre, hic vero dilectum.*

Anzi all' opposto, ogni ragion vuole, ogni equità richiede, che dove e noi pure avvenisse quel che tal volta eziandio a grandissimi letterati, senza niun pregiudizio dell'esserlo, interviene, di prendere o nelle pruove, o nel fatto, qualche innocente abbaglio; al primo avvedercene, tratti noi d' inganno, traiam di

(1) Lib. 2. Hist.
(2) Arist. lib. de somn. c. 2.

errore ancor gli altri, che seguitandoci, errerebbono dietro a noi. Intorno a che, non leggo mai che nol rilegga più volte, quel che Cornelio Celso con prudentissima considerazione soggiunse, al ricordar che fece, il padre della medicina Ippocrate, essersi alcuna volta ingannato, credendo rotture quelle che erano commessure delle ossa del cranio (1). *A futuris* (dice Cornelio) *se deceptum Hippocrates memoria prodidit: More scilicet magnorum virorum, et fiduciam magnarum rerum habentium. Nam levia ingenia, quia nihil habent, nihil sibi detrahunt. Magno ingenio, multaque nihilominus habituro, convenit etiam simplex veri erroris confessio; praecipueque in eo ministerio, quod utilitatis causa posteris traditur; ne qui decipiantur eadem ratione, qua quis antea deceptus est.*

Mal per sè crede chi ciò che altri ha scritto, tutto gli crede: egli si dà come navilio vinto, e disarmato, a rimorchiarlo, e tirarlosi dietro dovunque va. Mal crede ancora chi non crede fuor che a sè stesso; e taccia volentieri, e danna come ingannevoli, e finte le sperienze, che altri, pur degno di fede, afferma esser vere, e ne ha testimonii di veduta i suoi occhi. Voi del contrario allegate i vostri: perchè fattovi, e rifattovi a provarle, altro mai non vi è riuscito di vero, che gittare il tempo, e la spesa, perdere la fatica, e la pazienza. In questo abbaglio si trovano esser caduti ancor degli uomini di gran nome fra' letterati.

(1) Lib. 8. c. 4. de calvar. curat.

lo, delle sperienze credo esser proporzionatamente vero quel che delle risposte dell'Eco. Altri le ode, altri no: e amendue dicon vero: ma non il secondo, se del non udirlo inferisce ch'egli non parla. I fianchi delle piramidi dell'Egitto (1) abbiam testimonio Plutarco, che ripetevano una o più voci, due, tre, quattro volte. A tutti le ripetevano, e pur pochi le udivano: perocchè non preso il punto delle riflessioni del suono, si poteva gridare alle stelle senza udirsi rispondere nè da' sassi delle piramidi, nè da'morti che v'eran dentro, e non si destavano a quelle grida. Ma che bisogno v'è di passare in Egitto a sperimentare ivi quello, che ci può dare un sol miglio di viaggio fuori di Roma, colà dov'è il sepolcro di Cecilia Metella, o come qui dicono capo di bove? L'Agostini, e 'l Boissard, han date le loro orecchie in pegno, e in fede, d'aver quivi udito risponder l'Eco quattro, cinque, e per sin otto volte. Altri, provata, e riprovata la medesima sperienza del gridar colà intorno (ma non dove si conveniva) protesta d'avervi sempre trovato quanto v'è di paese, e di fabbriche, sordo all'udirlo, muto al rispondergli. Io, fattomi colà stesso in un dì torbido, e ventoso, e perciò doppiamente disacconcio alle andate, e a'ritorni del suono, pur ciò nulla ostante, ebbi l'Eco cortese di tre, e quattro risposte, ad ogni eziandio non gagliardissima voce.

Così all'eruditissimo Boyle non potè venir

(1) Lib. 4. de placit. philos.

fatto di vedere effigiata nel giaccio la figura dell' assenzio, le cui ceneri (cioè i cui sali) distemperate in un vaso d' acqua (1) espose al sereno del verno. Noi qui ne abbiamo continua a seguire la sperienza in ogni specie di piante, benchè il altre più, in altre meno. Nè ciò solamente per lo ministero de' sali fissi, cui soli egli raccorda: ma ugualmente bene ancor de' volatili, qualunque volta si abbruciano fasci di rami verdi, e fronzuti, massimamente d' alberi resinosi: e 'l lor vapore si aggela, e stampa con la natural effigie dell' albero su' vetri delle finestre. Perciò, il non avere colà nell' Inghilterra corrisposto la riuscita all' aspettazione, non arguisce infedeltà in chi l'ha promesso, ma disavventura in chi l' ha provato. Abbiasi dunque per costituito universalmente, che se nel rifare delle altrui sperienze avverrà, ch'elle non rispondano all' aspettazione, e alla promessa, farà buon consiglio, il dubitar prima di qualche abbaglio in sè, che di falsità, e di menzogna in altrui.

Ma l' eccezioni che dovran darsi alle sperienze particolari che mi bisogneranno in quest' opera, le verrò mostrando a' lor luoghi: parcamente quanto il più potrà farsi, e salvo sempre agli autori il rispetto che a' lor nomi, e al lor merito è dovuto (2). *Non me cuiquam emancipavi: nullius nomen fero. Mul-*

(1) Tentam. Physiol. fol. 43.
(2) Sen. Epist. 45.

tum magnorum virorum iudicio credo; aliquid et meo vindico. Torniamo ora a' circoli della peschiera.

CAPO TERZO

Proseguimento nella considerazione de' circoli mossi nell' acqua, quanto si è al lor dilatarsi.

Così dunque nascono i cerchi dell' acqua; ma si vuole aggiugnere, ciò esser vero solamente nel lor primo prodursi, poscia avvenir tutto l' opposto nel correre, e dilatarsi che fanno; quando già più non se ne lieva alcun nuovo: perocchè allora i cerchi si tolgon d'entro, e si aggiungon di fuori.

Per darne meglio ad intendere il fatto, e la cagione, poniam di nuovo, che il sassolino che si gittò nell'acqua, v'abbia prodotte otto onde: e non più, perciocchè quella parte dell' acqua che fu da lui commossa, dopo l'agitazione in cui levò quelle otto onde, si rimase piana, e quieta. Ma perciocchè elle han conceputo un impeto di spargimento, dal quale tuttavia sono sospinte, e mosse, elle hanno a durare spargendosi sino a mancata del tutto l'impressione, e la forza di quell' impulso che presero. La fascia di quelle otto onde in cerchio, occuperà, per esempio, un braccio in larghezza, dove la gagliardia dell' impeto avrà potenza, e momento da spignerle cento braccia lontano. Così essendo, le otto onde saran sempre otto, e non mai più, perchè a

sol tante le determinò l' agitazion di quella percossa che le produsse: adunque movendosi nel dilatarsi, non si potranno mantenere otto in altra maniera, che spianandosi l' ultima, che sempre è quella dentro, e producendosene una nuova di fuori in supplimento di lei. Ma quanto si è all'impressione dell'impeto ne parleremo ancora più avanti.

Il dottissimo Pier Gassendi, credette, e scrisse, queste onde nell' acqua non correre più velocemente perchè il sasso che lo produce sia in sè più pesante: ma tutte ugualmente le placide fatte da un sassolino, e le vementi da una gran pietra, muoversi al medesimo passo (1). *Quippe haec in aqua circulorum formatio* (dice egli) *nihil segnius aut velocius fit: sed ad ripam usque puri tenore continuatur, seu lapis magnus, seu parvus sit.* E se ciò avviene comunque sia grande e piccolo il sasso, converrà dire, che siegua niente meno, o ch' egli si lasci cader da sè dentro l' acqua, o che vi si scagli con forza. Nel qual caso si converrà creder vero, che un gran sasso, e un grande impulso uniti, non vagliano ad affrettare i circoli sopra l'acqua più di quel che si faccia la debolissima percossa d' un sassolino. L'accademia Fiorentina il dà provatamente per falso: e tale il dimostra la sperienza, e seco ancor la ragione il persuade. Perocchè essendo tutta la forza per increspar quell'acqua, forza d'impeto impresso; e 'l suggetto dell' acqua capevole di

(1) De quatit. rerum, l. 6. c. 10.

patirne più o meno; convien dire, che, come sempre altrove, così ancor qui si contrapesi l' effetto con la cagione. Il Gassendi, tenne l' occhio troppo inteso al provar che voleva, l' equabilità dell' andar per l' aria ogni differenza di suono come i cerchi dell'acqua, che spinti gagliardo, o debolmente, vanno (giusto il suo prosupposto) sempre ugualmente veloci. Ma di qui a poco vedremo, che le ondazioni dell' acqua, e le vibrazioni dell' aria, non si rassomigliano in ogni cosa.

Giunti i circoli alla sponda della peschiera, disse vero Boezio (1) che, *Si quid sit quod crescentes undas possit offendere, statim ille motus revertitur.* Ed è una maraviglia a vedere al riflesso del lume (chi sa prenderlo) il bollicare che fa l'acqua de' circoli giunti ad urtare il muro: e in quella confusione, e quasi permischiamento dell' onda d' un circolo con quella d'un altro, non confondersi non permischiarsi nè i circoli, nè il loro impeto, nè le misure dovute a ciascuno: ma salvo in tutto il buon ordine con che eran venuti, volgersi indietro; e col convesso innanzi, tornare incontro al lor centro: indi, cozzato che han quivi il capo nel muro che fu il lor primo diametro, ricorrere al muro contraposto: e tante volte reiterar venute, e ritorni, quante bisognano a consumar l' impeto che ne commuove l' acqua. Di somiglianti reciprocazioni sensibili a vedere, io ne ho contate fino a sei, cagionate da una petruzza d' un quarto d' oncia in peso, e la-

(1) Loca supracit.

sciata cadere naturalmente dall'orlo della peschiera, a un braccio, e forse meno d'altezza.

Due particolarità sono da aggiugnersi, chiare a vedersi nel lor principio efficiente. L'una è, che i circoli de'ritorni, son sempre di convessità maggiore che non que'dell'andata: l'altra, che più spianati, e più distesi. Per darlo ad intendere sensibilmente: poniamo. che la peschiera in quadro sia di dieci braccia per lato, e che l'impeto impresso dal sassolino nell'acqua, sia possente a distenderne i circoli delle ondicelle, per cento braccia: è manifesto, che i ripercotimenti, o riflessi che voglian dirli, saran nove, che aggiunti alla prima andata, compiono il numero, e la misura di cento braccia. Certo è ancora, che i circoli tirati sul medesimo centro, quanto ne van più lontani col semidiametro, tanto divengon maggiori: adunque la prima tornata indietro, che sarà la seconda decina de' circoli (perocchè la prima fu di quegli della prima andata) avrà i suoi dieci circoli tutti maggiori del maggiore de'primi dieci: e maggiori di questi saran que' della terza decina, è così dell'altre appresso, sino a compiuti i cento che sono in tutto. Se poi volete farvi a vederlo ancora materialmente, formate un parallelogrammo di carta, la cui larghezza sia dieci, e la lunghezza cento; e sopra esso tirate cento porzioni di circoli ugualmente distanti, e ne sia il centro comune il punto che divide in due metà di cinque, e cinque l'una o l'altra base: ciò

fatto, ripiegale la carta a dieci a dieci di quelle porzioni di circolo, sovraponendo sempre i maggiori a' minori, e con ciò avrete espresse in figura le cinque andate, e i cinque ritorni dell'onde, co'circoli tanto maggiori quanto più lontani dal centro. Perciocchè poi la virtù dell'impulso coll' andar oltre, indebolisce, e manca, quindi è l'aver sempre minor forza da levare alto le onde, e con ciò renderle più spianate (1). *Semper igitur* (dice il soprallegato Boezio) *posterior, et maior undula, pulsu debiliore diffunditur*: il che forse è vero del sospignerla, come del sollevarla.

Per veder poi se ne'circoli dell'acqua siegue ciò che ne'giri del suono, allora che percotendo a qualche corpo che lor si opponga, rimbalzano, e si riflettono, come i saggi della luce quando feriscono obliquamente uno specchio; posi nella peschiera un fusto di legno, non dirittamente contro all'andare de'circoli, ma loro assai intraverso: e gittato il sassolino nell'acqua, ne vidi l'onde ripercosse dal legno, voltare in fuori il convesso dell'arco, obliquato per modo, che (per quanto l'occhio ne potè giudicare da parecchi sperienze tutte conformi) gli archi delle onde diritti, e ripercossi dal legno, facevano su la costa del medesimo legno con le porzioni del loro diametro, un angolo di riflessione pari o quasi pari a quello dell'incidenza.

Mi rimaneva a fare una pruova, del cui

(1) Loco supracit.

riuscimento io stava in qualche pensiero, perocch' ella avrebbe gran forza pro o contro alla propagazione del suono per via di circoli, e di tremori, qualora si abbattono in vento contrario a quella parte dell'aria, per cui si distendono. La pruova di più volte è stata, portarmi al Tevere, e scagliare un sasso dalla riva nella corrente. Questo primieramente sollevava il primo, e gli altri suoi cerchi gagliardi, e veloci; e l'acqua balzata in alto al ferirla del sasso, e ricaduta, vi faceva dentro ancor ella i suoi circoletti d'onde più trite. Il fiume portava in giù il centro de'circoli, e tutti i circoli seco: e discernevasi ottimamente, apparendo l'acqua ch'era dentro al lor circuito, spianata, e liscia: ma intanto si allargavano gagliardamente i circoli interi, e chiarissimo era il vederli correr contr'acqua, e incresparne la parte superiore: sicchè il fiume seguitava a discendere e ciò nulla ostante, i circoli a salire in esso; e que' due moti in apparenza contrarii, non si contrariavan l'un l'altro, nè avveniva ciò che Seneca buonamente credette, dicendo (1): *Lapillus in piscinam, aut lacum, et aliquam alligatam aquam missus, circulos facit innumerabiles: et hoc idem non facit in flumine. Quare? quia omnem figuram fugiens aqua disturbat.* Non dico già, che non ne patiscano i circoli, e che fra l'acqua corrente, e la stagnante, non v'abbia differenza nella ritondità, e nella durazione: ma quel che mi giovava vederne, era discen-

(1) Nat. q. lib. 1. cap. 2.

der l'acqua, e su per essa tuttavia discendente salire i circoli; cioè farla ubbidire all'impeto, sin nella sua parte superiore. Questo ancora è vero, che se il fiume sarà torbido, non vi si vedrà un pieno dilatarsi de' circoli contro alla corrente; conciosiecosacchè l'impeto impresso dalla pietra che si scagliò, perda troppo di forze, avendo a superare un acqua quanto più torbida tanto più grave, e a un tal muoversi, più resistente.

Finalmente gittate quasi insieme due pietre in competente distanza l'una dall' altra, vidi i circoli di que' due centri, incavalcarsi, e passar l'un nè sopra, nè sotto, nè attraverso dell'altro: e pure con un lor modo forse non agevole a indovinarsi da ognuno, proseguire il lor ondeggiare a tondo.

CAPO IV.

In che si confacciano i circoli dell' acqua a que' dell'aria, e del suono. Una mirabile proprietà della voce, descritta da s. Agostino, e adoperata a dimostrare la real presenza del divin Verbo, tutto in tutto un luogo, e tutto in ciascuna sua parte. Il naufragio della voce nell'aria, espresso da san Basilio con quello d'una barchetta nell'acqua.

Or da' cerchi dell' acqua rivolgiamci a quei dell'aria, e in essi a gli andamenti del suono, e della voce (1). *Vox enim est* (disse Vitru-

(1) Lib. 5. cap. 3.

vio, e bene) *spiritus fluens et aeris ictu sensibilis auditui. Ea movetur circulorum rotunditatibus infinitis; uti si in stantem aquam lapide immisso, nascantur innumerabiles undarum circuli, crescentes a centro, et quam latissime possint vagantes.* E quivi appresso: *Eadem ratione vox ita ad circinum efficit motiones.* Or qui è da vedere in che i cerchi dell' acqua, e que' dell' aria, si accordino, e in che no.

1. E si accordano primieramente in questo, che, senza percossa, senza virtù d'impeto impresso, nè l' acqua, nè l' aria si muovono a ondeggiare, e far di sè circoli, e giri: *Si celeriter, et vehementer percutiatur aer* (dice il filosofo) *sonum edit. Oportet enim ut motus percutientis anticipet dissipationem aeris: sicut si quis acervum aut cumulum arenae delatum celeriter percutiat* (1).

2. Che dove questi giri non incontrino impedimento che lor faccia ostacolo, e ritegno, si diffondon per tutto attorno, finchè lor manchi affatto l'impression di quell'impeto che li sospinse. Del che parlammo addietro, esaminando l'opinione di chi ha voluto, che i circoli d'un sassolino gittato in mezzo all' oceano, durin correndo a nuoto le migliaia di miglia, fino a trovar terra con la quale cozzarsi, e rompere. Tutto altrimenti da quello che con miglior principii di filosofia naturale ne avea insegnato il morale (2). *Cum in pisci-*

(1) 2. de anima. text. 79.
(2) Sen. qu. nat. lib. 1. c. 2.

nam (dice) *lapis missus est, videmus in multos orbes aquam discedere , et fieri primum angustissimum orbem , deinde laxiores , ac deinde majores , donec evanescat impetus, et in planitiem immotarum aquarum solvatur. Tale quiddam cogitemus fieri etiam in aere.*

3. Che con più gagliardia si muove l'aria percossa, e sospinta da un principio di maggior forza: fa più giri, e questi si spandono più lontano. Così abbiam veduto , altro essere l'ondeggiare che si muove da un piccolo sassolino , altro quello che si eccita da una gran pietra.

4. Come l'increspàrsi dell' acqua non è un correre ch' ella faccia con moto progressivo, dilungandosi dal suo centro co'passi di quelle crespe , altrimenti , quando vedemmo andar contro acqua i circoli del sasso che fu gittato nel Tevere , avremmo veduto un miracolo non possibile a vedersi; cioè , la medesima acqua , nel medesimo tempo , salire, e discendere; e non mica dentro alla chiocciola d' Archimede : similmente le vibrazioni fatte nell'aria, non la muovono necessariamente di dove ella era prima che s'increspasse; ma si può muovere , e talora si muove ella in sè stessa con una reciproca agitazione , e triemito delle sue parti, che or è maggiore, or minore, secondo il più o meno dibatterla dell'agente. Ben sarà d'un altro luogo (cioè dove ragionerem dell' udito) il vederne ancora un muoversi più che sol dentro sè stessa immobile: il che non ha luogo qui, dove i circoli dell' acqua nella peschiera vengon mossi

all' andare diversamente da que' dell' aria nel parlare.

5. Come non ogni petruzza è possente ad ingombrare di circoli tutta la superficie d'una grande acqua; ma tal una ve ne alzerà sol otto, dieci, quindici, a proporzione di quanto ella è in valor di peso, e di forza; e allora, il rimanente dell' acqua, così dentro al cavo, come di fuori al convesso de' circoli, si rimane spianato, e liscio: similmente una voce, o perchè brieve, o perchè debole, o per l' uno e l'altro insieme, occuperà con le sue vibrazioni solo una tanta parte dell' aria, e andrà correndo per essa, cioè dilatandosi lo spazio degl' increspamenti che son necessarii a portarla. Il rimanente dell'aria, così quella per dove la voce già è trapassata, come quella dove ancor non è giunta, è tranquillo, cioè non increspato da'circoli di quella voce. Per esempio; se voi gridate *Arma*, con forza da farvi sentire ducento passi lontano, questo *arma* si udirà primo al mezzo che al fine di quello spazio: e quando si udirà al mezzo, cioè in capo di cento passi, già più non si udirà per tutto que'primi cento passi che ha trapassati: nè si udirà ne'cento altri che sieguono, perchè ancor non v' è giunta. Adunque, e l'aria de' primi cento passi è già posata, e quella de'secondi cento, ancor non è mossa.

E qui è da volersi udire l' incomparabil dottor sant' Agostino, filosofante da teologo sopra 'l diffondersi, e propagarsi del suono scolpito in voce articolata, e valersene d' argo-

mento, o per dir più vero, di comparazione (in quanto le cose materiali possono avvicinarsi alle divine) da rappresentare in essa l'immensità di Dio, e la real presenza del suo Verbo in ogni luogo. Così dunque ne scrisse in quella sua dottissima lettera a Volusiano (1). *Quid mirabilius, quam id quod accidit in vocibus nostris, verbisque sonantibus? in re scilicet raptim transitoria. Cum enim loquimur, ne secundae quidem syllabae locus est, nisi prima sonare destiterit: et tamen, si unus adsit auditor, totum audit quod dicimus; et si duo adfinit, tantundem ambo audiunt qoud et singulis totum est: et si audiat multitudo silens, non inter se particulatim comminuunt sonos, tamquam cibos, sed omne quod sonat, et omnibus totum, et singulis totum.* E proseguito alquanto sopra l'essenzial differenza ch' è fra 'l divin Verbo eternamente durevole, e 'l parlar nostro inevitabilmente manchevole, conchiude: *Et quemadmodum hoc simul auditur a singulis etiam totum, ita illud simut ubique sit totum.*

Qui si veggono esposte due maravigliose proprietà del suono formato in voce. L'una è, il mai non cominciarsi, e perciò il mai non udirsi la seconda sillaba, che la prima non sia finita in udirsi. E'l dar questa natura sfuggevole, e transitoria al suono, è stato un bello, e necessario provedimento della sapienza di Dio: altrimenti, se ci durasser sonando dentro all' orecchio unitamente, po-

(1) Epist. 3. ad Volus.

niam ora le sole sette sillabe che sono *Arma virumque cano*; ne seguirebbe, che quel canto, e quelle armi, e quell' eroe, ci farebbono una gran mischia in capo; e quelle sette sillabe una gran sinagoga di tutte insieme sonanti: e quinci un rammescolamento, una confusione, una discordanza delle ultime con le prime, e delle mezzane coll' estreme, e volendole far tacere per attendere alle susseguenti del verso, e del poema, non v' avrebbe Arpocrate che bastasse a turar loro la gola con un zaffo, non che col dito la bocca. Sieguano poi a sopravenir l'altre sillabe a mille a mille, e tutte sian permanenti come i colori all'occhio, e tutte al medesimo tempo sonantici in capo, chi non vorrebbe anzi esser sordo, che udir tanto, e non intender nulla? Or a questo inconveniente ha Iddio proveduto col far che il suono sia per natura o essenzialmente moto, o sì necessariamente legato al moto, che senza esso nè si produca, nè si diffonda, nè duri: e 'l moto, ognun fa, che richiedendo ab intrinseco successione, e tempo, non può aver consistenti insieme due parti, nè può farsene la seconda, che già la prima non sia disfatta.

L'altra veramente ammirabile proprietà considerata dal santo, è, che qualunque voce si proforisca in un teatro pieno, se così volete, di diecimila ascoltanti, con esser ella in sè una voce sola, nondimeno, non altrimenti che s' ella fosse pur tutt'insieme una, e diecimila, la medesima tutta intera si ode da tutti, e la medesima tutta intera da ciascun di quei

diecimila. Non può dirsi che si divida in parti, nè può dirsi che si multiplichi tutta: nè fa come chi si guardasse in diecimila specchi, che avendo una sola faccia, la si troverebbe tutta in ciascuno: perocchè la voce ch'è sentita, non è immagine della proferita: ma quella che fu in bocca a chi parlò, quella dessa è nell' orecchio di chi l' udì: perocchè *Omne quod sonat, et omnibus totum, et singulis totum.*

A dimostrar come questo miracolo di natura si operi senza miracolo in natura: e sia puro effetto del dilatarsi che fanno i circoli del suono nell' aria, come quegli delle ondicelle nell' acqua; facciamo, che la voce che si proferisce, sia questa, AMICO, dividiamla nelle tre sillabe ch'ella contiene, e dimandiamo in prima di loro: non si pronunziano elle successivamente l' una, e poi l' altra? e la prima innanzi, dopo lei la mezzana, e ultimamente la terza? E la prima, subito ch'è pronunziata, non si muove? non corre quasi lo splendore d' un lampo, e dilatarsi per tutto intorno, e far di sè un cerchio? (anzi a dir vero una sfera: ma qui per ora sia un cerchio, e un cerchio solo; ancorchè in verità sien tanti, quante le vibrazioni dell' aria che concorrono a formar quella sillaba). Or questo cerchio di suono, che porta la prima sillaba d'*Amico*, suona egli mai altro che A? Egli tutte intero non è altro che A. Correndo dunque, come fa, velocissimamente, e arrivando agli orecchi di que'diecimila ascoltanti il circolo di questo A, che dalla bocca di chi l'ha

proferito si spande attorno attorno per tutta la sfera della sua naturale estensione non impedita, a tutte quelle orecchie, che in passando percuote, nè suona, nè può sonare altro che A: perch'egli è A in ogni sua particella niente meno di quanto il sia in tutto il suo cerchio intero; come una linea tirata coll' inchiostro, quanto all' esser nero, così l' è ogni punto d'essa, come tutta essa. Trapassato ch'è il circolo della prima sillaba A, succede incontanente quello della seconda, ch'è MI. il quale anch'esso in tutto sè, e in ciascuna sua parte, nè suona, nè può sonare, perchè non è nè può essere altro, che questa sillaba MI: e così dell'ultima CO, che compie la parola *Amico*. Abbiam dunque de'nostri diecimila uditori, che *Non inter se particulatim comminuunt sonos tamquam cibos, sed omne quod sonat, et omnibus totum, et singulis totum.*

VI. Richiedendo successione, e avanzamento di spazio il prodursi l'un dopo l'altro i circoli nell'acqua, e nell'aria, ne siegue per inevitabile necessità, che abbisognin di tempo al diffondersi. Adunque, il suono portato innanzi d'onda in onda, non è possibile che si propaghi in istanti. Evvi ancora l'indebolir che fanno coll'andare avanti così le vibrazioni dell'aria, come quelle dell' acqua, moventisi fino al mancar del tutto.

VII. Corrono i circoli dell'acqua contro alla corrente dell' acqua, e que' dell' aria contro alla corrente dell' aria, ch' è il vento. E chi ha questo secondo per cosa da non potersi

comprendere come si faccia, sostenga fino al trattarne che si dovrà in altro luogo ; e intanto risponda a sè stesso per l'aria quel che risponderebbe a chi nol credesse dell' acqua.

VIII. I giri alzati su l'acqua da due pietre gittatevi l' una, poco lungi dall'altra, nell'incrociarsi che fanno , non si distruggono gli uni gli altri , ancorchè ne patiscano qualche poco. Similmente quegli dell' aria , mossi da due suoni diversi, comunque il facciano, pur fanno come quegli dell'acqua; tagliarsi, e non rompersi. Vero è, che dove i circoli dell'acqua non si urtin di fianco obbliquamente, ma co' capi dirittamente opposti si cozzino , allora l'offendersi, e 'l patirne d'amendue i circoli contrarii , è assai maggiore. Similmente nell'aria: e tanto più che truovo assai di quegli , che non san rendere altra ragione del non intendersi l' un l'altro due che al medesimo tempo si parlano volti l' un verso l' altro, se non al risospignersi, al rompersi, al dissiparsi de' circoli della voce nel venirsi a scontrare per fil diritto quegli dell' un che parla con que' dell' altro. Così l'han pensata, e così l' han definita que' valent' uomini: ma sia con lor pace, non si son bene apposti al vero : perocchè il vero si è, che le voci di due che il parlano al medesimo tempo, giungono sane e intere quelle dell' uno agli orecchi dell' altro: e ne sarà buon testimonio un terzo, che stia coll' orecchio vicino all' orecchio d' alcun de' due che parlano. S'egli non parla, udirà ciò che parla quell' altro. Adunque le voci dell' un che parla non si perdon

tra via, sospinte, o dissipate dallo scontrarsi con quelle dell'altro, ma lo scambievole non intendersi nè l'un nè l'altro, proviene dal non potersi bastevolmente attendere a quello che si parla, e tutto insieme a quello che si ode: ma molto più dal romore che parlando ci facciamo a noi stessi in capo.

IX. In tutto il detto fin qui, si è presupposto, che l' acqua della peschiera, del lago, del fiume, sia placida, e quieta: cioè, con la superficie piana, e distesa: che se al contrario, è turbata, e ondeggiante, tal si fa un rompimento, uno scompiglio, un viluppo dei circoli nati dal gittare una pietra in quell'acqua, che non può ravvisarsene cosa ordinata. Similmente nell'aria dibattuta e sconvolta da qualche impetuoso fracasso, di grida, o di voci. E mi ricorda aver fatto udire in altro proposito il Magno Dottor San Basilio, che ragionando dal pergamo si valse molto acconciamente al suo bisogno di questa proprietà del suono, e parmi degno di volersi udir volentieri ancor qui. La mente nostra (dice egli appunto sul cominciare di quella sua celebratissima omelia sopra l'*Attende tibi ipsi*) fatta sensibile ad altrui per via del suono interprete degl' insensibili pensieri dell' animo, in esso, come in su una barchetta passaggera si mette: e via per lo mare dell'aria navigando, va a prender porto nell' orecchio degli uditori: sì veramente ch'ella truovi silenzio: perocchè il silenzio è la bonaccia, in cui sola la voce naviga sicuramente. Ma se grida, e romori, come venti per grande impeto tempestosi,

metton l'aria in fortuna, e la rivolgono in turbatissimi ondeggiamenti, il misero legnetto, vinto in pochi passi dalla gagliardia del fiotto, si rende, si contorce, si aggira, e travolgesi, tanto che affonda. *Si quis ergo a parte auditorum tumultus, quasi procella quaedam asperior contra aspirarit, medio in aere dissolutus sermo, velut naufragio absorptus, pessumibit.*

X. Giunte che sono le ondazioni dell'acqua al muro contraposto, danno indietro, e ritornano verso il lor principio, con quell'ordine che vedemmo: e tante volte ripetono il rivenire, e 'l ritornare, quanto han virtù, e lena da muoversi. Che il medesimo facciano ancor le circolazioni dell'aria, e la sperienza il mostra, e l'eco il dimostrerà chiaro per evidenza.

XI. Finalmente, se l'ostacolo in che vanno a riferire i circoli dell'acqua, è obliquo, torcono il lor ritorno con quella obliquità regolata, che è propria della luce, quando si riverbera dagli specchi, e non fa con essi angolo retto. Similmente il suono, qualora si percuote ad un muro che il riceve in traverso, ne rimbalza alla parte contraria della venuta. Salva in tutto, o quasi in tutto, l'egualità degli angoli fatta col piano: come una palla, disse Aristotile (1), che prende il balzo misuratamente contrario alla percossa; e così ne abbiam l'eco. E perciocchè come abbiam dal medesimo ne' problemi (2), *Vox est aer*

(1) 2. de an. text. 80.
(2) Sect. 11. probl. 23.

quidam formatus, l' urtar ch'ella fa nel muro, o nel sasso, non la disforma, perciocchè quella è un tocco che la rimanda intera, non una percossa che la dissipi stritolata.

Fin qui la somiglianza delle vibrazioni dell' acqua, e dell' aria, se non è in tutto vera (come non l' è veramente in tutto) di non poco il pare; sì fattamente, che dove si apportassero le une in pruova, o in dichiarazione delle altre, penerebbono forse non poco i contradicitori, a mostrarne la differenza.

CAPO QUINTO

In che fra lor si discordino le ondazioni dell' acqua, e le vibrazioni dell' aria. Giunta del somigliante ondeggiare d'una funicella sospesa. L'impeto che s'imprime ab estrinseco, adattarsi alla condizione del suggetto che lo riceve.

Sieguono ora a vedersi le particolarità, nelle quali discordano manifestamente fra loro gli ondeggiamenti dell' acqua, e le vibrazioni dell' aria.

I. E primieramente; que' dell' acqua son circoli, que' dell' aria sono sfere: quegli passan di poco la superficie, questi si fan dentro al solido. E l' avvisavano espressamente gli stoici, secondo la memoria che ne abbiam in Plutarco (1): *Piscina orbiculariter movetur, aer vero globose:* e prima di lui Vitru-

(1) Lib. 4. de placit. Philos.

vio nel luogo sopracitato. *In aqua, circuli aequa planitie in latitudinem moventur: vox et in latitudinem progreditur, et altitudinem gradatim scandit.* Il che è cagione (come ivi siegue a dire) che dove la sfera della voce si diffonda ben formata, e intera, i circoli di essa *Omnes sua resonantia perveniunt ad imorum, et summorum aures.* Adunque sono da concepirsi nell' aria tanti globi, e sfere, l' una dentro all' altra, quante sono le ondazioni, dalle quali è commosse: e come i circoli sopra l' acqua, così ancor queste sfere dentro all'aria, si vanno, per così dire; gonfiando, e divenendo corpi di maggior circuito, alla misura che il lor suono è abile a dilatarsi.

II. Se parlo incontro ad un muro isolato, o ad un qualunque riparo, dietro al quale voi siate, ivi pur mi udirete, avvegnacchè la mia voce sia per parervi più debile che non è, o più lontana. Adunque, o il suono ha come piegar la linea del suo cammino diritto, o può produrne da sè altre oblique, con le quali circuir quel riparo, abbracciandolo dall'un lato, e dall' altro, e così giugnervi agli orecchi: o dovrà aversi per non mal didotto da quel che Aristotile accennò nel quarantesimo quinto problema dell'undecima sezione: che il suono urti l' aria per passarla, e sia ancor egli scambievolmente riurtato, e respinto da essa: e da ciò siegua, ch' egli faccia un come spandersi e versare ancor da'lati. Ma che che sia della cagione, se vero è l'effetto, non si accorda co'circoli dell'acqua, contro a'quali

avendo io più volte posto nel mezzo della peschiera un grosso fusto di legno che il rompeva (dico un grosso fusto, perchè una verga, o un leggier bastoncello, quelle onde se'l lievano in capo, e gli trapassan sotto) m'è sempre avvenuto di vederli andar divisi con le lor due ali di qua e di là da'capi di quel legno, e dopo esso non riunirsi a continuare il circolo interrotto. Sia la peschiera il centro de' circoli il legno in mezzo d'essa, dal quale interrotti i circoli, lasciano senza increspamento nè onde quanto è lo spazio della peschiera coperto al punto, dal bastone.

III. Non riuscendo vera in fatti la sperienza di chi ha insegnato, le ondicelle dell'acqua portarsi con sempre la medesima velocità, or sien mosse da una petruzza lasciata cader dolcemente, o da un sasso gittato con gagliardia nell'acqua: perocchè queste si veggon correre con maggior prestezza che quelle: non si accorderanno le vibrazioni dell'acqua con quelle dell'aria, e del suono; s'egli è vero, che il suono de'tiri d'un moschetto, e d'un cannone, vadan per l'aria al medesimo passo, e con le stesse misure dello spazio, e del tempo: nè mai si truovi esser più veloce il suon più gagliardo, nè più lento il più debole. Ho detto, *s'egli è vero*, in riguardo di quel che sopra tale argomento avremo a ragionare più avanti.

IV. In un *Corso Matematico*, il meglio inteso di quanti io ne abbia veduti, leggesi, che l'orecchio ben giudica della distanza dei suoni, dalla poca, o molta convessità dell'on-

da circolare dell'aria che gliel porta. Non altrimenti che l'occhio, se vede approdare alla riva d'un lago un circolo d'acqua, può agevolmente comprender da esso, quanto ne sia da lungi il centro. La qual proposizione, si avvicina tanto all'incredibile, ch'io la stimo sfuggita dalla penna di quel dottissimo Autore, senza egli avvedersene. Perocchè, qual sottigliezza, qual discrezione d' orecchio può divisare, e conoscere la convessità d'una sfera di quaranta, e sessanta miglia di diametro, qual è il suono d' una cannonata che si ode da venti e da trenta miglia lontano, ricevendone una così menomissima particella come è quella che può entrargli nel forame del timpano, la quale eziandio se fosse cento volte tanto, non basterebbe a far giudicare s'ella sia linea diritta o curva? Non così l' occhio verso l'onda circolare d'un lago, della quale può comprendere due o tre cento passi, porzione sensibile d' ogni gran cerchio. Il suon lontano ha un tutt' altro principio, per cui discernersi dal vicino: non però infallibile, come vedremo. Questo della molta o poca convessità, è considerazion matematica per l' udito intellettuale, non per l'orecchio sensibile.

E quanto si è al riscontro fra le circolazioni dell'acqua, e dell'aria, siane fin qui detto abbastanza; sol ch' io vi faccia una giunta; e sia quel che mi venne in pensiero dover seguire, e seguì in fatti, provandomi ad un tal altro genere d'ondazioni, che facendone voi altresì la facilissima sperienza ch'ella è, vi riuscirà di piacere, di studio il vederla.

Appesa dunque, e fermata da un altezza di venti, trenta, più o men braccia, una funicella distesa giù liberamente; prendetene il capo di sotto, e datele tre, quattro, cinque prestissimi crolli, e vedrete ogni scossa produr la sua onda in quella fune: e tutte immantenente all'esser fatte, darsi a correre all'in su, divincolandosi, serpeggiando, e incalciandosi l'una l'altra: e dimenarsi, e correre molto più velocemente, se voi, con un leggier atto di mano, farete un pochissimo di forza, tirando a voi la fune: perch'ella allora guizzerà più risentito, e i guizzi balzeranno all'in su con più forza: vero è che finiranno ancora più tosto.

Giunte che saranno quelle onde dove la funicella è annodata, non morranno ivi perciò ch'elle non possano proseguire più avanti: ma il non essere consumato nello spazio di quel primo viaggio l'impeto che dapprincipio loro imprimeste, fa, ch'elle dian volta indietro, e si tornino in giù verso voi: e quinci di nuovo risalgano, e poi di nuovo ritornino, sempre più deboli, sempre più spianate, e più distese, finchè manchi loro del tutto l'agitazione, e 'l moto.

Or come cosa nasce da cosa, e dall'un pensier l'altro rampolla; questa sperienza, al farla, mi tornò in mente ciò che parecchi anni fa vidi, e provai nel grande arsenale di Venezia, intorno ad una sformatamente lunga, e grossa antenna da galeazza, ivi distesa in terra: all'un de' cui capi, dandosi un leggier tocco, chi appressava l'orecchio all'altro ca-

po, ne sentiva il tremore, e 'l suono. Ricorderollo ancora più innanzi, dove un altro bisogno mel tornerà alle mani. Il proprio di questo luogo è; parermi vero, che non finisca il tremore di quell'antenna, al primo giugnerle in capo, ma che duri quanto vi dura lo spirito della percossa: e così vada su e giù per l'antenna il triemito, reciprocando le venute e i ritorni sempre più deboli dall' un capo all' altro, come nella funicella che qui abbiam crollata, le ondazioni, le quali non si finiscono dove non passan più avanti, ma dan volta indietro, e duran salendo, e discendendo per su e giù la fune, sino a mancata del tutto l'impressione dell'impeto che l'agitava.

Hammi di poi ancora questa medesima funicella ondeggiante, tirato nella considerazione di quel maraviglioso adattare che l'impeto fa la sua forza alla condizione de'corpi, a'quali influisce, e imprime la qualità; ond' è, che così egli si applica al muoverli, come essi, o per natura, o per accidente, sono possibili ad esser mossi. E per non dir qui nulla dei solidi, de' quali tanto, e sì dottamente si è scritto, e v'ha tuttavia che scrivere: qualunque percossa produce impeto nella superficie d' un liquido, non può altro che incresparlo; ch'è un diffondersi quasi saltellando sopra esso, e dandogli urti, e spinte, con le quali forma que'circoli, e quelle onde, più o meno alte, e profonde, alla misura del suo più o meno esser gagliardo. Perocchè essendo il liquido un continuo, per così dire, discontinuato, in quanto egli non ha niuna parte di

sè congiunta, e stretta ad un altra con legamento d'unione che ve l'affissi; (il che se fosse, ne seguirebbe, dal muoversi una parte, il doversi muovere ancor l'altra, e così tutte per una) di qui è, che non ricevendo le parti del liquido, come fan quelle del solido, tutte insieme *per modum unius*, come suol dirsi l'impressione dell'impeto che le sospigne, all'impeto che le sospigne non rimane altro poter con esse, che adattarsi alla loro condizione, cioè alla natura del liquido, che tutto arrendevole, e cedente, ad ogni piccol toccarlo, sguizza, e scappa. Adunque venirgli compartendo a più colpi interrotti quella forza, che non gli può infondere tutta in un atto. Perciò, mossane una parte, cioè levata un onda in cerchio, prosiegue il muoverne successivamente tante altre, che alla fine il numero delle onde sollevate, s'adegua al peso della sua forza per sollevarle. Come poi ogni liquido, quanto è più sottile, cioè quanto è più liquido, tanto meno resiste all'estrinseca impressione che l'agita; quindi è che ogni piccolissima forza può fare in esso grandissima commozione: come vedremo avvenire nell'aria, sempre più mobile quando è più purgata.

CAPO SESTO

Quistione intorno a'cerchi dell'acqua formati da un catino tremante.

Una sperienza, che a diversi usi mi tornerà diverse volte alle mani, è da doversi per ultimo esporre, ed esaminar qui, dove si ragiona de'circoli sollevati nell'acqua; perocchè ancor essa è circoli d'acqua, ma tolta dalla peschiera, intorno alla quale siamo stati finora, e posta dentro un gran bicchiere, o un catino, o altro vaso ritondo, e aperto. Questo, per alcun lieve colpo che gli si dia, o per tremore comunicatogli da alcun altro corpo tremante, fa brillare quel liquido di che è pieno: e quel brillare quando è gagliardo, si fa tutto circoli, e ondicelle girate l'una dentro l'altra, dalla circonferenza del vaso in fino al centro. E piacemi di ragionarne, veramente in riguardo di quel che se ne può didurre a bene della materia che disputiamo: ma ancora per istuzzicare un poco l'ingegno di chi mai non v'ha poste mente, e proverà dilettevole il cercare con grande espettazione, e 'l trovare con gran difficoltà cosa, che pienamente il soddisfaccia.

Io dunque, per diverse notizie che volea trarne, ho rifatta la sperienza delle volte almen cento, e coll'acqua, e coll'argentovivo, assai migliore dell'acqua: e quasi sempre valendomi de'tremori impressi ab estrinseco nel bicchiero dell'acqua, e nella tazza dell'argento

vivo, che n'eran pieni. Perocchè posati questi due vasi sopra una tavola, e percossa questa da un capo, o dovunque si vuole, temperando il colpo del pugno, o di che che altro si adoperi, con riguardo alla materia, e alla grossezza del legno di che la tavola, è composta (perocchè da questa ella ha l' essere più o meno abile a vibrarsi, e tremolare) al tremor d'essa, tremano i vasi, e se ne veggono l'acqua, e l' argento vivo incresparsi, e ondeggiare, empiendo tutta la lor superficie piana di circoli fitti, e densi tra loro, e velocissimi al muoversi, come ne scriverò con alquante più circostanze dove mi farà bisogno in altra occasione. Qui sol ne pongo una semplicissima immagine, che ad essere intesa non richiede altro ch'esser veduta: perocchè i circoli, de' quali è piena la superficie del vaso dalla circonferenza al centro, sono le onde vive, e moventisi a forza dell'impeto loro impresso dal tremore del medesimo vaso, tremante al tremar della tavola.

Or sopra il venir che questi circoli fanno, tutti correndo verso il centro, io vi chieggo mercè di rispondermi per vostro diletto, e per mio insegnamento, se detti circoli giunti che sono al centro del vaso, ivi del tutto finiscono, e si disfanno, dileguati in nulla? ovvero, se pur tuttavia durano, e pervenuti a quel punto di mezzo in cui ancor essi sembrano divenuti un punto, si sgroppano, e si dischiudono; e dato volta indietro, ritornano ciascuna parte d' essi verso quella medesima parte della circonferenza del vaso onde si eran

partiti? o finalmente, se trapassan di là dal centro, e vanno incontro alla contraria parte dell'orlo: e come di grandi ch'erano, si son fatti piccoli col sempre più avvicinarsi al centro, così trascorso che l'abbiano, si aprano, e si rifacciano grandi? Se niun di questi tre modi vi aggrada, e voi ne avete un quarto che sia desso il vero, apparecchiatelo per farne cortesia a chi non l'ha: che io

Ch'altro diletto che imparar non provo,

sol per ciò ho messa la quistione in campo: e intanto non vi sia grave d'udir quello, che in ciascun de' tre modi proposti mi sovviene da potersene allegare, pro, e contra.

E primieramente, che ciascun di que' circoli vada a morire nel centro, il veggon gli occhi: co'quali prendetevi a seguitare un onda dal suo primo spiccarsi della circonferenza del vaso, fino al venirne al mezzo, sarà veramente abbaglio, e fallacia della vista il credere ch'ella cammini, ma pure ancor verità il dire, che quanto più ella cammina, tanto più si ristrigne; finchè giunta dove non può andar più avanti, d'un circolo ch'ella era, si truova divenuta un punto, tutto interniato di circoli: ond'è ch'egli non possa distendersi, dove tutta la superficie è occupata, e piena d'altre onde. Poi, dove ben il potesse, da chi riceverebbe quella non so qual nuova virtù, per cui potersi rigonfiare, distendersi, e divenire un circolo come dianzi? Adunque i cerchi delle onde che si formano dal tremore dei

vasi ritondi, giunti che ne sono al centro, ivi muoiono, e son perduti.

Ma se questo è, si converrà dire, quell' impeto che dal vaso tremante viene impresso nell' argentovivo, e nell' acqua, non esser forza di virtù che sia possente a muover que'liquidi, se non sol quanto è il semidiametro della circonferenza del medesimo vaso: il che non esser vero, par che si mostri eziandio con sensibile evidenza. Conciosiecosacchè tanto corrano sol fino al centro que' circoletti dell' acqua, se il tremor del vaso è debole, e l' impeto che il cagiona è poco, quanto allora che è gagliardo, e alza le codicelle più ardite, e le sospigne, e caccia con maggior foga: cioè con tanta, che se il vaso fosse quadrato, e largo tre o quattro braccia, quell' impeto basterebbe a promuovere le sue onde da un lato all' altro del vaso, cioè fino a quattro braccia di spazio. Se dunque gl' impeti son disuguali di forza, per quali regole di natura, e di filosofia, può avvenire, che così il debile agente come il gagliardo, non possan produrre effetti altro che uguali? cioè portar le ondicelle dell' acqua e del mercurio, non mai più, nè meno che dalla circonferenza al centro? Se già non diceste, l' impeto essere una qualità di tal condizione, e natura, che dove gli manchi o la materia da muovere, o lo spazio per cui la muova, ancor egli da sè medesimo manca. Or qui l' uno e l' altro mancare all' impeto impresso nell' acqua dal bicchiero tremante. Mancargli la materia, mentre gli manca l' acqua da muo-

vere: perocchè essendo impeto circolare, dove non può far circoli dell'acqua, è finito. Mancargli parimente lo spazio: perocchè la circonferenza non passa oltre al centro, dal quale è tutto insieme principiata, e finita. Adunque consumandosi il circolo nel centro, l'impeto che il moveva è privo di materia da muovere, e di spazio dove promoverla. Se questa prima risposta non soddisfà, proviamci ad esaminar la seconda, cioè, que' circoli correnti dalla circonferenza del vaso al centro, giunti che sono ad esso, dare in dietro, e ricorrere alla circonferenza. Quivi o percossi ad essa, o ripercossa da essa, ritornare al centro; e tante volte reciprocar queste andate, e questi ritorni, fin che l'impeto che li portava è consumato.

Ma donde mai, o da qual principio movente un cosi strano effetto? perocchè non potendosi (per quanto a me ne paia) far quel ritorno de' circoli addietro, se non per una di queste due cagioni, o per *Ritraimento*, o per *Risospinta*: quanto alla prima, altro che fingendolo per licenza poetica, non si può attribuire alla circonferenza del vaso che muove i circoli verso il centro, una virtù da ritirarli a sè nello stesso punto del giungervi che han fatto. Quanto alla seconda, dell'essere risospinti: mi si truovi ove battono, a che si cozzano, onde risaltano; o se da loro stessi han potenza di molla, che quanto è più forzata a ristrignersi, tanto è più gagliarda per allargarsi. Difficilissimo poi a concepire sarà il come, del ritornare indietro

l' ultimo circolo, cavalcando sopra gli altri che gli venivan dietro, e ritornando egli, gli vengono incontro.

Tutto ciò, o non considerato, o nulla ostante, par vero che così credesse avvenire il poeta, e filosofo Dante; colà dove entrando nel quattordicesimo canto del suo Paradiso, ne scrisse appunto così:

Dal centro al cerchio, e sì dal cerchio al centro
Movesi l'acqua in un rotondo vaso,
Secondo ch'è percossa fuori, e dentro

E 'l cerchio a lui, è l' angelico dottor S. Tommaso; il centro è Dante stesso, con la sua Beatrice: lo scambievole correre e ricorrer de' circoli dall' uno all' altro, è il reciproco ragionare ora di S. Tommaso a Dante, ora di Dante a lui.

Che poi sia in fatti vero quello che a lui ne parve, certamente, se si vuol credere alla testimonianza degli occhi, questi, per le loro stesse pupille, il giureranno verissimo. Ed io confesso di me, che al primo veder che feci in tazza d' argentovivo messa sul tremolare per altro, il velocissimo correre di que' circoli al centro, e quindi con un prestissimo lancio rimbalzare (come mostravano) e gittarsi in dietro verso la circonferenza, stupii, nè credei poter essere in fatti altramente da quello che i miei medesimi occhi me ne dicevano. E molto più mel diè a credere per alcun tempo una seconda sperienza, la quale dove rispondesse all' espettazione,

mi darebbe ultimato il giudizio di questa causa. Ella, fatta, e rifatta parecchi volte, a dir vero, m' ingannò sempre: finchè sul volerla dichiarar veritiera, allora sol mi si scoperse bugiarda.

Questa fu, porre fra una lucerna accesa, e me, un vaso di sottil cristallo, pien d' acqua; e farmi riflettere all' occhio la fiammella della lucerna da vicinissimo all' orlo: indi col pugno dare un leggier colpo in su la tavola, tanto sol che tremando al tremor d' essa il vaso, la superficie dell' acqua se ne increspasse. Allora, per più di venti volte m' avvenne sempre il medesimo, di veder quasi lanciarsi dalla fiammella riflessa una linguetta, e quasi un lampo di luce, ma interrotta, a cagione de' circoli per su i quali correva: e questo lampo, giunto ch' era al centro del vaso, rimbalzare indietro a guisa di portato da' circoli, che si tornassero alla circonferenza del vaso. E sempre era infallibile a seguire da qualunque parte, destra o sinistra, alta o bassa di tutto il circuito del vaso mi facessi venire all' occhio il riflesso della lucerna: da per tutto se ne gittava allo stesso modo quel lampo, che vibratosi dirittamente al centro, indi si ritraeva verso la circonferenza. Adunque (dissi) Dante l' ha indovinata; e nel dirlo, battei più gagliardo in su la tavola il pugno; tremò più forte il vaso: i circoli dell' acqua si levaron maggiori: il lampo della fiamma trascorse fino a tre dita di là dal centro, entrando nella parte contrapposta de' circoli: e tutta intera quella

striscia del lampo ritornò verso la lucerna che l'avea gittato, e quanto di falsa luce m' avean data le sperienze di fino allora, tutto si rimase ivi spento, e morto. Conciosiecosacchè, qual fede fa del tornare i circoli dal centro alla circonferenza del vaso, il tornarvi della luce con essi, se alla medesima parte ritorna ancor quella de' circoli, che, secondo l'ipotesi, corrono alla parte contraria?

Rimane ora a sentire, e a discutere l'ultimo de'tre modi proposti, ch'era, se i circoli giunti che sono al lor punto di mezzo, nè ivi mancano, come dicevano i primi, nè indi ritornano, come provavano i secondi, ma proseguendo avanti, trascorrono; e trapassato il centro, vanne incontro alla parte opposta della circonferenza del vaso. Cosa incredibile al primo udirla, e perciò bisognosa di torsene il pregiudicio della deforme apparenza ch' ella ha, come mostrarla somigliante a qualche altro effetto della natura, non solamente credibile, ma evidente: e sia questo.

Poniamo una lucerna accesa da un lato, e dall' altro, due palmi lungi da essa, una tavola bianca, o un semplice foglio di carta in piedi, e col piano in ver la lucerna: poi nel mezzo appunto fra questa e 'l foglio, si dirizzi parallela al foglio una piastra o lamina di che che sia, pertugiata con un sottil forellino: non sarà egli indubitato a vedere, che la fiamma della lucerna incrociando i raggi della sua luce nel foro, passerà fuor di esso, e apparirà nel foglio riversata, e non maggiore nè minore nella sua immagine, di quel

ch' ella sia in sè stessa? perocchè a tal effetto abbiam posta la piastra un palmo lungi dalla lucerna, e un altro dal foglio. Che se la carta si avvicinerà, fin presso al foro, si vedrà in essa la fiamma tuttavia capovolta, ma più piccola del naturale; e allontanando quella, questa si verrà facendo maggiore, fino all' egualità dell' immagine coll' obietto, ch' è sol dove questo e quella sono equidistanti dal mezzo. Se dunque il centro della rodontità del vaso, cioè della superficie dell' acqua ch'è in esso, facesse ufficio tutto conforme a quello del pertugetto, e ogni parte dell'onda circolare corresse ad esso, e quasi trapassasse per esso, come la fiamma della lucerna nel foro; non avremmo noi una immagine somigliante, del riversarsi, de' circoli nel lor centro, del trascorrere ancor lungi da esso, del venir crescendo, e farsi più e più ampi a proporzione della distanza dal centro, e dell' essere finalmente uguali nell' egual misura del loro semidiametro?

Or qui abbiasi per indubitato ciò che darò a vedere più avanti, ragionando del tremor de' bicchieri, che dalla circonferenza del vaso tremolante, si formano sensibilmente raggi di acqua, tutti tesi e diritti ad imbroccare il centro: onde non è fuor di ragione il considerar l'impeto che forma i circoli, come scoccato da qualsivoglia punto della circonferenza al centro per linee diritte, le quali tutte son semidiametri. Così la luce; ma singolarmente il suono, secondo il ben parlare di quanti ne parlano bene, si propaga per circoli, e sfera,

e tutto insieme per raggi sonori: non trovandosi chi gli nieghi al far dell'eco il riflettersi non altrimenti che se il suono non fosse altro che linee.

Tutto ciò qui per ora supposto, sia il vaso pien d'acqua: il suo centro dividianne la circonferenza ne'quadranti: di quattro che sono, prendianne per meno confusione, due soli opposti, e siano come due coni che si appuntano, e descriviamo in essi gli archi delle ondicelle che tremando il vaso si formano. Se questi si consideran come archi di circoli interi, non si finirà di comprendere come passino il centro, e corrano gli altri. Ma se verranno considerati, come veramente il sono, per un corso di linee ad onda, e serpeggianti, che spiccate da quanti sono i punti degli altri archi corrono in altro, se ne avrà espresso al vero l'unirsi, e il non si confondere, il trapassare il centro, il formar circolo, l'allargarsi, il giugnere fino alla contraria parte della circonferenza del vaso: ch'era tutto il debito a mostrarsi.

Rimane solo a rispondere a chi domandasse; mentre gli archi delle onde del cono passato il punto, dove incrocian le linee, si riversano, e divengono archi d'un cono, non ha egli ancora il cono dell'altro, gli archi delle sue onde, che al medesimo tempo trapassano il centro, e divengono archi? Adunque si vanno incontro gli uni agli altri: e non si contrastano? non si permischiano? non si confondono? Dico che no: e v'aggiungo, che non solamente gli uni non disformano gli altri,

ma si riformano gli uni gli altri il doppio meglio. Da falsa immaginazione procede il giudicare, che le ondicelle del vaso si corrano incontro, quasi vada con esse movendosi l'acqua, della quale si formano. Se ciò avvenisse, ne seguirebbe di certo il combattimento, e la confusione delle une coll'altre nello scontrarsi, e nel cozzarsi: ma perciocchè (come avvisammo addietro) l'acqua si riman ferma, quanto al non si muovere di dov'era, e solamente si alza, e si abassa per su e giù la medesima linea perpendicolare, che dicemmo essere il formarsi dell'onda; quindi è il non seguirne incontro nè rompimento delle une coll'altre. La linea dell'impeto, che da un punto passa per altro, e va in altro (e così tutte l'altre) che fa ella, se non quello stesso, che la linea dell' impeto che da una parte corre in altra? cioè innalzar le sue ondicelle. Adunque l'aggiugnersi al suo, l'impeto dell'altra linea trapassata, non iscompiglia i circoli delle onde che si formano dalla linea opposta, ma operando il medesimo che essa, vien quasi a raddoppiarne l'effetto. E chi sa, se non proviene da questo il parere agli occhi, che i circoli giunti al centro, tornino addietro, come poc'anzi udivam dire a Dante?

Ma che che sia di questo, e di quanto altro m'è fin qui venuto alla penna sopra tale argomento, io sin da ora volentieri mi rendo a quanto di meglio altri speculando la quistione ne rinverrà.. In tanto col medesimo Dante.

Qui farem punto, come buon sartore,
Che come egli ha del panno, fa la gonna.

TRATTATO SECONDO

DE' MOVIMENTI DEL SUONO.

CAPO PRIMO

Doversi prendere a disputare del suono, certificatene in prima le proprietà, e gli effetti. Si accennano le diverse opinioni che corrono della sua quidità. Tutte accordarsi nel consentirgli come necessario il moto. In che sian fra loro concordi, e somiglianti, la luce, e 'l suono.

Delle due maniere che v' ha di ben procedere filosofando, l'una delle quali è costituire in prima la quidità del suggetto, e poi da esso venir giù diducendone, e provando i conseguenti delle proprietà, che da lui necessariamente derivano: l' altra al contrario, certificata la verità degli effetti, che sogliono esser più noti, andar su per essi salendo a rinvenire la natura, e l'essenza della cagione influente nel loro producimento: a me par necessario doversi prendere a condurre il discorso per questa seconda via, da chiunque vuole investigare quel che sia, o se non più, conoscere quel che non sia il suono. Peroc-

chè essendo trista ipotesi quella, i cui principii non si adattano ugualmente a tutte le apparenze degli effetti sensibili che si aspettano a lei: dovendo ogni buona ipotesi assomigliarsi alla luce, che in ogni varietà di colori, o si trasmuta, o si truova, perciocch'ella n'è in prima e universal ragione propria di ciascuno come di tutti, e indifferente in ogni lor differenza: qual verità, qual certezza potrà aversi della natura universale del suono, dove del suono in particolare non si abbiano prima conte le proprietà, e sicuri gli effetti? mentre fra questi, e la lor prima cagione che tutti in sè si contiene, de'trovarsi e apparir manifesta quella scambievole dipendenza, ch'è fra il centro, e le sue linee che da lui tutte si spargono, e in lui tutte si adunano?

E forse non v'ha fra'dotti diversità, e moltitudine di svariatissime opinioni intorno al suono, tutte in debito di verificarsi col paragon degli effetti? Altri cel diffiniscono una pura *agitazione di tremore*, alla quale, senza mestier di far niuna giunta d'accidente, prodotto, perchè sia suono, basta che sia tal forma di moto in tal materia di corpo. Altri nulla di ciò: ma *particelle d'aria*, quasi meno che menome, tanto le richieggono sfarinate e sottili. Queste o d'entro, o dappresso il corpo sonoro, o l'uno, e l'altro, eccitate come le scintille di fuoco dalla selce percossa, schizzano, e si lanciano velocissimamente per ogni verso: come il filosofo disse della rena ammucchiata, se fortemente si batte con una verga. Certi tenentisi anche oggidì (ciò che

i migliori della medesima scuola non sanno) tutto all' antica col lor maestro Epicuro, sustanza, dicono, e corpo reale, è il suono: conciosiecosacchè mai non entri nel mondo ente nuovo che non vi fosse, e non n' esca verun di quegli che dapprincipio vi furono. Nè il moto degli *Atomi* opera null'altro che unirli, e disunirli: non produr cosa che possa dirsi ente in natura; ciò ch' è il suono. Dunque se non vi sono accidenti mezzi enti, e di lor condizione manchevoli, che altro rimane a poter dire del suono, senon ch' egli è cosa sempre durevole ab intrinseco e sustanza? Così essi per ora: gli udirem poscia assai più distesamente per altro fine in altra occasione. Tutto al contrario que' non pochi, che statuiscono il suono essere non solamente puro accidente, ma un di que' più sottilissimi che v'abbia in natura. Chiamanli *Specie intenzionali*, e a dirne ora sol questo che qui fa al bisogno, sono un non so che mezzo tra 'l sì, e 'l no dell' essere materiale. Più l' ingrossano altri, e son parecchi, filosofando del suono come d'una *qualità reale*, non continuata e distesa per quanto v'è di spazio, e di luogo dal corpo sonante fino all' orecchio; ma da quello prodotta con misura, mossa con impeto, sospinta con incredibile velocità. Vero è che certi le attribuiscono gagliardia bastevole a durar tutta intera al trapasso di qualunque ampio, e lungo spazio di paese: certi, non presumendo d'una debile qualità, ch'ella sia per tenersi alla gran fatica del correre tutto in un fiato ben trenta, e quaranta, e talvolta più miglia di spa-

zio, han trovato come far ch' ella si truovi sempre nuova nell'essere, e sempre fresca per correre: cioè, che al continuo muoia, e al continuo rinasca: mentre ogni parte precedente che finisce, produce la susseguente che incomincia: così la qualità del suono (secondo la costoro filosofia) non senza un bel miracolo di natura se si vedesse, concepisce e ingravida di sè stessa, e va partorendo successivamente una sempre nuova sè stessa.

Finalmente, per non andare in ciò più a lungo; non particelle, non atomi, non tremori, non qualità, nè specie intenzionali, nè null'altro che vibrazioni, e increspamenti dell'aria, pare oggidì a moltissimi che sia tutto l' esser del suono. Questo gentil battimento dell' aria così ondeggiata, entrando con essa nel canal dell' orecchio, percuote, dicono, e solletica il timpano dell' udito: il quale che sia, e che operi, col rimanente delle più interne, e misteriose parti dell' orecchio, l' esporremo distesamente a suo tempo: come ancora delle sopramemorate opinioni ci converrà a luogo a luogo fermarci, e discuterne, o se non più, toccarne or una particolarità, or un altra. Intanto prendiam qui ora da tutte quel solo in che tutte si accordano, ed è, attribuire al suono, *spazio di tempo*, e *successione di moto* nel propagarsi. E di questo, e s'egli abbia un andamento equabile o dispari, e se patisca inciampi tra via che il facciano rinvertire, o allentare; e se in questi, e in altri particolari accidenti, o proprietà, partecipi molto, o poco, o nulla, o quanto, e in

che nelle proprietà della luce, e le sia somigliante; ragioneremo in questo brieve trattato; e in prima dell' ultimamente proposto.

Che dunque il suono e la luce abbian fra sè parentela d' affinità in molti gradi, egli a me non sembra da volersi avere per bastevolmente provato con poco altro che dirne, *Sonum esse Simiam lucis: idest in omnibus fere operationibus lucem aemulari.* Egli imita lei in più cose: ella non può imitar lui in più altre: e quelle, e queste debbon venirsi ricercando, e facendone paralleli.

E primieramente, il rimbalzare che fanno i raggi luminosi, e le linee sonore, osserva il medesimo canone, che l'angolo della riflessione sia uguale all'altro dell'incidenza: o al certo non si può dimostrar che nol sia. Quindi è, che come per vedere multiplicata una immagine, non può errarsi disponendo gli specchi con tanta declinazione, che l' uno la dirizzi nell'altro: similmente per udir più volte (e l' udirem più di trenta volte) replicata una voce, non può errarsi, ordinando i piani delle mura che l' hanno a ripercuotere, sicchè rimbalzando ella dall'uno, vada a ferire sotto la medesima inclinazione, nell' altro: salvo sempre il riguardo delle mura all'orecchio, che degli specchi all'occhio.

Provatevi a voltare obliquamente al sole alquanti vetri, l'un d'essi puro, gli altri colorati dentro, con varie tinte: la luce che da essi rimbalzerà in un muro, o in un foglio bianco, tutta sarà d'uno stesso candore, nè avrà tintura di verde quella ch'è ripercossa

dal vetro verde, nè di rosso o d' azzurro quella che dal rosso, o dall' azzurro: perocchè il colore è dentro al corpo del vetro, e la riflessione è opera della superficie di fuori. Non altramente i muri che riflettono il suono. Male si sono apposti al vero quegli, che loro han dato, come necessario, un tremore, per cui, avendolo, diverrebbon corpi sonori, e concorrebbono non in qualità di termine, ma d'agente: il che se fosse, niuna ragione potrebbe allegarsi del non far sentire il lor suono per tutto intorno a sè, come i corpi sonori, ma per la sola linea che si pareggia nell'angolo con quello dell'incidenza.

Ancor dal detto poco avanti, proviene, che come raccogliendo molti raggi adunati per riflessione in un cerchiello più o men vicino alla piccolezza d' un punto, quivi la luce è tanto carica, e densa, quanta è l' estensione della superficie che ve l' aduna: similmente del suono, v' è arte da poterne raccogliere per ripercotimento di riflessione aggiustata, le linee; e queste, dove si truovavano appuntate, uniscono tanta virtù da farsi udire, quanta era quella che avevano sparsa per tutto lo spazio da cui vengono adunate. Quindi le non poche invenzioni di macchine artificiate senza grande arte, da far che le voci proferite sommesso, e con tuono appena sensibile, possano farsi sentire da chi ha l'orecchio al punto; aggrandite per modo, che sembrano esclamazioni, o grida. Nel che come v'ha assai del vero dove si lavori per adunamenti d'aria sonora, fatta muover veloce

per canali, che sempre più la restringano, fino ad applicare all'organo dell'udito la doppiamente gagliarda azione d'una gran virtù, e d'una gran prestezza nell'operare; così v'è moltissimo del fallace, nell'adunare che altri ha creduto potersi dagli specchi parabolici, e sferici, tanto il suono come la luce al punto dove ne concorron le linee che vi si ricevono parallele. Ma di questo non è qui luogo nè tempo da ragionarne.

Terzo; dove la luce multiplica i suoi raggi, facendo con essi quasi altrettante nuove illuminazioni quante riflessioni, chiaro è, ch'ella rende il luogo più chiaro. Parimente il suono, fa più sonante il luogo dove è ripercosso più volte: e ne saranno in fede i gran rimbombi che daremo a sentire più avanti cagionati da un piccol suono. E quindi ancora si ha la soluzione di quel problema, perchè la voce di chi parla nella pubblica strada, meglio s'intenda da chi sta dentro una cammera con la finestra aperta, che non affacciandosi alla finestra, tutto che allora riceva la voce più diritta, e più dappresso. Ma nella cammera ode la medesima voce ripetutagli all'orecchio, per così dir, tante volte, quante sono le ripercosse ch'ella fa in essa: ond'è il divenire ivi dentro più carica di suono, e più forte al poter essere udita, di quel che sia di fuori.

Quarto: è proprietà della luce, essere tutto insieme una, e molte rappresentazioni del suo principio: conciosiecosacchè non v'abbia parte possibile ad assegnarsi nel mezzo illuminato,

in cui non sia tutta l'immagine del luminoso: per la ragione che qui appresso dimostreremo. E del suono, ricordivi quell' *Omne quod sonat, et omnibus totum, et singulis totum sonat,* che vedremmo poc'anzi cagionare in s. Agostino non piccola maraviglia. Una sola voce è tutta in tutta la sua sfera, e parimenti è tutta in ciascuna parte della medesima: e per conseguente, tutta in ciascun orecchio de'suoi ascoltanti.

Niente meno ammirabile è quest'altra proprietà della luce, che entrando, e per così dire, penetrandosi i raggi di due lumi diversi nel passar che fanno per qualche foro d' un corpo opaco, dove s'incrociano non s' incorporan, nè si permischiano gli uni con gli altri, ma quegli, e questi, salva la loro individuazione, e la lor dirittura, prosieguono avanti non diminuiti, non accresciuti più che se non si fossero scontrati, e incavalcatisi, anzi trasfusi gli uni ne gli altri. Così ancora il suono: e ne ho la sperienza nelle cammere che chiamerò *Parlanti*, dove parlerò d'esse. Perocchè se in due cantoni d'una di queste cammere v'avrà chi ragioni in voce sommessa, e ne due altri chi oda ciascuno il contrapostogli per diametro, non potrà essere altrimenti, che le voci non s' incrocino, e s' incavalchin nel mezzo: e non per tanto, passeranno a farsi udire nell' angolo contraposto.

Sesto: cento lumi d' uguale intensione, e sfera (poniamla di mille passi a ciascuno) non perciocchè son cento: illumineran tutti insie-

me pure un sol dito più là di mille passi, fin dove arriva l'attività di ciascuno. Renderanno cento volte più chiaro l'obbietto cento lumi che un solo: ma cento non si distenderanno ad illuminar più lontano che uno. Nè cento voci, ciascuna di mille passi, potranno andar più là di mille passi tutte cento insieme, che una. Se ne udirà il grido maggiore non però più lontano: sì come ha il filosofo nel cinquantesimo secondo problema dell'undecima sezione.

Non procedono ad egual misura il calar della luce nell'intensione del grado, e 'l crescere nella estensione del raggio. Se al cinquantesimo passo ella è di quattro gradi, non sarà di due al centesimo.

Settimo. Lo stesso accade nella propagazione del suono, in quanto ancor egli procede con Iddio sa qual misura di proporzione fra il distendersi nello spazio, e 'l diminuirsi nel grado. Che non vadano l'uno a par dell' altro, pruovasi discorrendone come del lume. Due voci unisone ciascuna di cento passi in lunghezza, sien poste l' una in capo dell' altra: facciansi udire al medesimo tempo: non si udiranno con eguale intensione in ogni parte di quella linea di cento passi, ch'è il semidiametro comune delle due sfere della loro attività: il che pur sarebbe necessario a seguire, dove il crescere dell'un termine, e 'l calare dell'altro osservassero una scambievole egualità.

Ottavo. La nebbia appanna il lume, o togliendogli la perspicuità del mezzo, o dissi-

pandolo con le riflessioni, e spargimenti che per ogni verso ne fa l'innumerabile moltitudine de' granellini che compongono il corpo di quel vapore ch'è la nebbia. La medesima nebbia, o rompa gli ondeggiamenti dell'aria che seco portano il suono, o ne ripercuota le linee per modo, che le più si riflettano tutto altrove, come dicevam della luce; quanto ingrossa l'aria, tanto mortifica il suono, e per lo pochissimo che ne passa, il far parer lontanissimo. E delle comparazioni di somiglianza fra la luce, e 'l suono, siane detto abbastanza. Siegue ora a vedersi in che massimamente si dissomiglino.

CAPO SECONDO

In che si dissomiglin la luce, e 'l suono: e primieramente, nel moto. Proponsi la quistione, se così la luce come il suono abbisogni di tempo per propagarsi: poi siegue a mostrarsi in che altro sien differenti fra loro: e perchè la luce possa riversare le immagini, e non il suono le voci.

Trae innanzi a mostrarsi prima di verun altra, quella notissima differenza, del propagarsi il suono *con moto, e successione:* e la luce *tutta in un punto:* quello, prima una parte, e poi l'altra, fino all'ultimo termine dello spazio per cui si muove: questa, dall'un capo all'altro della sua sfera, tutta insieme, tutta in un momento.

E quanto si è all'andar del suono, velocemente sì, e quasi a per co'baleni, non però mai altrimenti che pur successione di spazio, e di tempo, e come suol dirsi, l'un passo, e poi l'altro: ne ha fatta sensibile, e indubitata dimostrazione il vedere quanto giugne più tardo il tuono all'orecchio, che il lampo all'occhio: e il suon dell'accetta, che il colpo della percossa: e così mille altri accidenti de'quali l'occhio, e l'orecchio si accompagnano a giudicarne.

Che se di questi due sensi l'uno non facesse la spia all'altro, forse ancor del suono si crederebbe ciò che del lume: il quale non potendo esser convinto di tardità da verun altro senso, passa appresso il comun de'filosofi, per esente dalle imperfezioni del moto. Perciocchè quanto si è al provarlo positivamente, con dire, che nel medesimo istante dell'apparir del lume, l'occhio il vede: chi non vede che l'occhio in questo è testimonio falso, e semplice chi gli crede; nè si accorge del paralogismo che si commette, argomentando dal primo vedere dell'occhio al primo apparir dell'oggetto, mentre questo medesimo è il punto della quistione, cioè, se fra il primo apparire del luminoso, e'l primo vederlo dell'occhio, si frapone spazio di tempo: del che certamente non può essere testimonio di veduta l'occhio, mentre egli non vede l'oggetto se non quando ne riceve la specie, della quale non può sapere se gli sia venuta per una linea di spazio in un punto di tempo, o col *Prima*, e *poscia* del tempo, se-

condo il *Vicino*, e 'l *Lontano* ch'è essenziale allo spazio.

Perciò dunque il più de' filosofi han presa altra via da provar con cagione a priori, il lume diffondersi in istante: perciocchè, dicono, egli non ha contrario da vincere con iscambievole azione, e passione, non possibili a farsi, nè a concepirsi senza vicissitudine di contrasto, e indugio, e successione di tempo. Se poi non fa ostacolo all' andamento del lume un palmo di spazio, per la stessa cagione non gliel faran centomila, nè quanti se ne contano dall' un capo all' altro del mondo; e ne seguirà il trovarsi prodotto al medesimo punto nel primo palmo, e nell' ultimo: che che si dicano in contrario quegli, che oppongono all' indivisibile moto del lume la natura divisibile dello spazio: come suole opporsi a chi vuol persuadere, che nel vacuo un corpo si moverebbe da luogo a luogo in istante, perchè non ha resistenza nel mezzo, che ripugnandolo il contrasti; ma v'è, dicono, il mezzo stesso, che quanto a spazio, non è indivisibile: altrimenti non potrebbe riempirsi con quantità di corpo divisibile, e misurato.

Ma che diremmo, se si fosse trovata maniera di far che l' occhio stesso non potesse (salvo la coscienza) negare, che il lume al propagarsi vuol tempo? Due valenti ingegni, l' uno a sostenere il sì colla sperienza, l' altro il no con la ragione, si sono azzuffati ciascun d' essi in difesa della sua parte, sì ardentemente, che l' uno, e l' altro, se la

verità non è evidente per essi, si son condotti per fino a voler confessare di non saper nulla, e che discredono, e che rinniegano tutta la loro filosofia: e l'un d'essi è il famoso Renato Descartes, quegli che ha messo un nuovo mondo al mondo, e fabbricato alla natura un sistema di materia, d'ordine, di magistero tutto suo, perocchè tutto macchina de' suoi pensieri. Or questi, come sien proceduti nello scambievol provare, e riprovare che han fatto la propria, e la contraria sentenza, riuscirà di piacere il vederlo almeno accennato, con ogni possibile brevità.

Ha posto il primo d'essi, in tempo di notte scura, uno specchio lontano un quarto di lega, cioè settecencinquanta passi, e fattoglisi di rimpetto con una fiaccola accesa in pugno. Questa, dopo trovatala nello specchio che glie la rendeva visibile con la riflessione, è ito movendola dall'un lato all'altro, or a destra, or a sinistra: e in questa operazione egli avea sicuro per evidenza il moto della sua mano. Se dunque la luce non ha mestieri di tempo per propagarsi, dovrà necessariamente avvenire, che nel medesimo punto in che egli muove la fiaccola con la mano, se ne muova l'immagine nello specchio. Ma questa, in fatti, framettea tempo al muoversi, e la tardanza era *notabile*, e *sensibile*, adunque non solamente la luce non si diffonde per la sua sfera di qualunque smisurata misura ella sia, in istante, ma n'è sensibile la tardanza d'una battuta di polso, dentro al brieve spazio d'un misero quarto di lega. Fatta, e

rifatta per assai delle volte la medesima sperienza, e riuscita sempre ugualmente l'una come l'altra, può egli negarsi provato, e con sensibile evidenza mostrato, e dimostrato, la luce abbisognar di tempo nel propagarsi?

Nella lettera che contiene il dibattimento di questa causa non ho trovato rispondersi all'osservatore, opponendogli l'aver traveduto: perocchè questa sua medesima sperienza rifatta da altri altrettante volte che da lui, mai non aver mostrato traporsi attimo, nè momento di tempo in veruna guisa sensibile fra il muovere della fiaccola nella mano, e l'apparirne movendosi l'immagine nello specchio: o se pur qualche pocolin di tardanza sembra framettersi, questa essere una delle cento *Fallacie della veduta*: e provarlo con la ragione. Niente di ciò si oppone, ancorchè paresse da aspettarsi: ma la sperienza si pruova falsa per via di conseguente, in quanto un altra sperienza a lei contraddittoria, è vera, e demostrabile per evidenza. Eccola esposta, con solamente quanto si richiede a formarne giudizio.

Prende il Descartes (ch'è il contradicitore) quella battuta di polso, che dall'avversario si è definita per misura la più dappresso al vero del tempo speso dalla luce nel fare il viaggio di quel quarto di lega, che corre tra lo specchio, e la fiaccola: e come ancor troppa al suo bisogno, la sminuzza in ventiquattro particelle, le quali così sbriciolate divengono ciascuna d'esse un granellin

di tempo veramente insensibile. Poi, presupposto, la Luna esser da noi lontana cinquanta semidiametri della terra, e ciascun tal semidiametro contenere seicento leghe; ne diduce per evidenza di calculo agevolissimo a formarsi, che, se la luce, per correre un quarto di lega spende una ventiquattresima parte d' una battuta di polso, adunque perch' ella giunga dalla Luna fin qua giù in terra, le bisognerà un ora di tempo. E perciocchè l'avversario gli avea ben conceduto, la vista farsi per linea retta, adunque (ripiglia il Descartes) negli ecclissi della luna tra il farsi in cielo, e 'l vedersi in terra, correrà l'intero spazio d' un ora per lo necessario dimorare che si lungamente han fatto tra via i raggi della luce, prima che dal suo corpo lunare illuminato pervengano a' nostri occhi. Ma questo nè l' astronomia co' suoi calcoli, nè gli astronomi co' loro istrumenti, nè l' avversario stesso con tutto il genere umano il consentiranno per vero a credersi, per sofferibile a sentirsi; adunque riman provato per evidenza, esser falso, che nè pure una insensibile particella di tempo si richiegga al propagarsi del lume.

Se questa sia qual ci vien presupposta, e qual sembra in fatti, dimostrazione d' irrepugnabile evidenza, e se, e quanti paralògismi si chiuda in corpo, o ch' ella si esamini secondo l' ipotesi che conduce la terra per attorno l'eclittica, e affissa il sole nel centro dell' universo: o secondo l' altra, che tien ferma la terra, e muove il sole; veggalo chi

n' è curioso nella discussione che ne ha fatta il p. Pardiers. La materia che ho alle mani non mi dà qui luogo da entrar più dentro in questa lite: molto meno distendermi a far sentire le ragioni, con che il p. Grimaldi (1) sostiene, e pruova (in quanto è possibile a farsi) la luce non diffondersi in un momento. Io con tutto il parer questa opinione più vera, non voglio ritirarmi dal seguitare il sentimento de' più, che fra la luce, e'l suono, pongono questa come la prima, e la massima differenza; del propagarsi, quella tutta insieme in un punto; questo successivamente in una linea di tempo.

Ben è indubitata quest' altra; spegnersi il luminoso, e rimanere una seco estinto, è morto, fino a non restarne scintillà viva, ogni suo lume. Al contrario, distruggersi, o tacere il sonoro, e'l suono da lui spiccato, durare intero, e volante per l'aria; senza in nulla dipendere per conservarsi dalla cagion che il produce. Lo sperimentarlo è di quante volte si vuole. Voi gittate una voce, o un grido incontro a un muro, o ad un fianco di rupe, ducento passi lontano. Quando credete già spirata e morta in tutto quella voce, perchè aspettandola in silenzio non l'udite rispondervi, ella, corsi que' ducento passi che bisognano all' andata, e quegli altrettanti della tornata, vi si fa risentire; perciocchè da voi prodotta, senza voi si mantiene, in quanto ella è passione ricevuta in

(1) Proposit. 13. 14. 15.

un' altro corpo abile ad operare in virtù d' essa. Così la pietra che dal movimento del vostro braccio ebbe quell' impeto e quell' impulso che le imprimeste gittandola all' insù, o attraverso per l'aria, posato a voi il braccio non però ha ella posa, nè si rimane dal muoversi, finchè le dura in corpo quel che che sia da voi infusole nel gittarla. Ed io certamente penerei non poco a persuadermi, la luce esser sustanza, e come volentieri si concede, e a me ne raddoppia difficoltà, una effusione, uno spargimento, e parlando del Sole, un diluvio di particelle, che versano continuamente dal corpo del luminoso. E perciocchè sustanza la luce, non dipendente nel conservarsi dal principio che la produce: e pure, estinto il Sole, non poterne durar viva la luce non sua, in quanto non ha da lui la continuazione dell' essere: che sustanza naturalmente, non sussiste altro che in sè: dunque sua per quel solo estrinseco che conferiscono le condizioni necessariamente richieste: e qui per avventura sarà la presenza del luminoso. O pur vorran che sia vero, che spento il Sole se n' estingua la luce, perciocch' ella tenga della natura del moto, la cui essenza è in un continuo farsi, e disfarsi, e spento il Sole, non venendo altra luce che succeda a quella di che egli avea riempiuto il mondo, il mondo necessariamente se ne truovi in tenebre, e orbo. Questa filosofia non può non riprovarsi dagli atomisti, a'quali, come accennammo poc' anzi, nulla mai si perde di quel ch' è stato una volta; e di lor

qui non ragiono. Non però veggo onde il Peripatetico sia per didur sodamente un principio avente azion distruttive d' una sustanza, che confessa non aver contrario in natura, nè dipendere nel conservarsi altronde che da sè stessa. Ma noi qui non ce ne prendiam pensiero che ci distolga dal suono, e dalle differenze tra lui, e la luce.

E questa n'è una singolare infra l' altre; che la luce può capovolgere sè, e seco l'immagine del luminoso: il suono, non può far sentire una voce riversata: sicchè proferendosi, per esempio, *Roma*, mai, per quanto possa adoperarvisi intorno la natura o l'arte, non potrà Roma trasformarsi in *Amor*, che sono le sue medesime lettere lette a ritroso. A prendere dal suo vero principio la cagione, perchè il suono in ciò non possa quel che la luce può, convien mostrare, perchè la luce il possa: e 'l può, secondo quel che a me ne pare, per questa sola cagione, che ogni punto del luminoso, spande, e gira da tutto intorno una sfera di raggi: sien reali, o nol sieno, mentre operan non altrimenti che se il fossero, niente rilieva al fatto, dell'essere solo in potenza, o ancora in atto. Or secondo la verità di questo principio, vale l'argomentare in questo modo: ogni punto del luminoso spande intorno intorno una sfera di raggi in ciascuno de'quali è l'immagine di quel punto: adunque tutta l'immagine di tutto il luminoso può figurarsi dentro alla medesima sfera, *maggior del vero, più piccola, eguale, e capovol-*

la: che sono i soli quattro modi che v'ha da rappresentarla.

Così va della luce, e de' corpi che lucono: ma non così del corpo sonoro, e del suono, tutto il cui spargimento, facendosi per moto locale d' una parte innanzi, e l' altra dietro, se il suono è udito per linea retta, è indubitato a dire, che ne giugnerà all' orecchio prima quella parte che va innanzi, poi l' altra che le vien dietro, e così le seguenti. Adunque, se proferite quella medesima voce *Roma*, ella mai non si potrà stravolger tra via, e farsene *Amor*, perchè ella va tanto necessariamente coll' ordine delle sillabe con che è proferita, quanto necessariamente coll'ordine del moto con che ella è formata. Che s' ella giugne all' orecchio di riflesso, ch' è il proprio fare dell'Echo, pur vi giugnerà col medesimo andamento che dianzi. Perocchè la prima sillaba a riflettersi, è la prima che giugne al muro, e giugne al muro la prima, quella che proferendosi fu la prima ad essergli inviata: adunque ripercossa dallo scontro del muro rimbalza la prima, e giugne prima all' orecchio. Così ogni voce, o si oda per linea retta, o per riflessa, sempre giugne all' orecchio qual si partì dalla bocca; perocchè, come abbiam detto, essendo impossibile che si sconvolga e tramuti l'ordine delle parti succedentisi e nel moto, e nel tempo, nè posporsene l' una all'altra, ed essendo il suono moto, o facendosi pur col moto, così è necessario l'ordine delle sue parti al suono come al moto, e per conseguente impossibile il

riversarsi. Ed io qui ne ho dato a considerare piuttosto la quidità, e la natura, che la propagazion delle linee; perocchè da quella si diducono gli andamenti di queste, così tutt' altri da que' della luce, come è tutt' altro l' aver essenziale il moto, o non l' avere (come la luce) per nulla, o solamente per condizione del propagarsi, e non per costitutivo dell' essere. Vi sarebbe assai più che aggiugnere; se non che forse ancor questo poco al bisogno della materia, è troppo. Or proseguiamo nelle altre differenze, se ve ne ha.

E v' ha quella, non da tutti creduta, e pur necessaria a credersi, almeno in parte; del non patir la luce niuna alterazione dal vento; e 'l suono sì: come verrem provando, e discutendol qui appresso. Perocchè quando ci trae incontro un gagliardissimo vento di verso il sole, veggiam noi forse venirci portato da esso, una coll'aria, un qualche maggior chiarore? una luce più carica, e più densa? o dove spiri al contrario, scemarcisi, e patirne il giorno alcun nè pur menomo offuscamento? Ma intorno al suono, tanta è la possanza che i venti hanno per farcene sentire un medesimo or languido, or gagliardo, che se ne pruova evidente qualche sua dipendenza dall'aria: ciò che non mostra d'avere in veruna guisa la luce.

Che poi il raggio della luce riflessa dallo specchio ad angoli retti, torni quasi dentro a sè stesso, nè si permischi, e confonda l' un che viene coll'altro che va: e la voce che similmente ripercossa torna incontro a chi tut-

tavía parla, sia ributtata indietro dalla più gagliarda di lei, ch'è la voce diretta; per la fallacia che ne ho mostrata di sopra, non la conto per differenza. Nè pur quest'altra, del non essere veramente il suono una linea continuata, ma tanti piccoli suoni individui, quante le percosse date all'aria dal tremore, o dalle vibrazioni del corpo sonoro: divise l'una dall'altra, ma d'interrompimento insensibile, per la velocità del succedersi l'una vibrazione all'altra. Perocchè ancor della luce v'ha scrittori d'autorità, che ne filosofan per via, non dico d'atomi epicurei, ma di menome particelle. Finalmente, che con due occhi ben situati si vegga un solo oggetto, e togliendone l'asse fuor della sua natural dirittura, si vegga raddoppiato: e che questa seconda parte non riesca possibile all'orecchie, sì ch'essendo due odano mai una voce raddoppiata: ne apparirà la cagione nell'immobilità dell'osso in cui è l'organo dell'udito, al vederne la notomia, che sarà l'ultima parte dell'opera.

CAPO TERZO

Il suono propagarsi per l'aria con movimento equabile. I ritorni delle voci nell'eco, non riuscir più tardi delle andate.

Gli andamenti del suono, dove si vogliano esaminare (come ragion vuol che si faccia) con filosofica severità, forse non passeranno al grado, e al privilegio di *materia definita*, dove paion promossi, in virtù d'una sensibile,

e per la gran diligenza usatavi, si moralmente infallibile sperienza, che ha dato sicurezza al formarne quel canone universale della *equabilità*, che qui appresso vedremo. Io, che volentieri ho imparato, che nelle scienze naturali il troppo credere conduce al poco sapere (conciosiecosacchè non l'altrui detto, ma il proprio intendimento sia quello che forma, e costituisce filosofo) mi son fatto a voler dubitare di loro stessi, acciocchè il mio sentire con que'diligentissimi sperimentatori, non sia un puro credere per autorità, ma un vero intendere per discorso.

E perciocchè due sono le quistioni, nelle quali la presente materia si divide; l'una, se qualunque suono, or sia degli acuti, o de'gravi, preso solitario da sè, si diffonda per tutto il campo della sua sfera con un andamento *equabile*, cioè sempre col medesimo invariabil tenore di tardità, o di prestezza continuata dall'un estremo all'altro: o pure, se vada con disuguaglianza d'or più veloce, or più lento: di questa ragioneremo in prima. L'altra quistione sarà, se due suoni del medesimo tuono, ma l'un più gagliardo dell'altro, prendendo le mosse al medesimo punto, correran pari pari l'un sempre al fianco dell'altro; o se il forte, alla misura di quanto è più forte, si lascerà dietro il più debole.

Diffondersi dunque, come abbiam detto, equabilmente un suono, non è altro, che muoversi mantenuto sempre su la medesima linea, e grado di velocità, o di lentezza: e quel ch'è necessario a seguirnè, passare spazii eguali

sotto una misura di tempo uguale. Diam per esempio un suono, grave o acuto; debole o gagliardo che sia, la cui durazione, compresa fra i due momenti estremi del suo primo essere, e del suo primo non essere, richiegga un doversi distendere per la lunghezza di mille passi appunto: e che i primi cento gli abbia trascorsi in quanto batte una volta il polso: egli si dirà procedere nel suo moto *equabilmente*, se in nove altri somiglianti battute di polso giugnerà in capo al millesimo passo, e quivi mancherà: contatine da battuta a battuta non mai più nè meno di cento passi, e da dieci in dieci passi un decimo di battuta. Il che avvenendo, ne seguirà uno scambievole potersi argomentare da velocità a velocità, come da spazio a spazio, e da tempo a tempo. Or che così, e non mai altrimenti proceda ogni qualunque suono, è opinione di valenti scrittori (1), a' quali la sperienza l'ha sensibilmente mostrato: e per quanta sede può darsi alla concorde testimonianza degli occhi, e degli orecchi, statine quegli spettatori, e questi uditori, evidentemente provato.

Perocchè misurato in piana terra uno spazio di competente lunghezza, come a dire, mille passi geometrici, e piantato nell'un capo d' essi un maschio, o un qualunque grande o piccol pezzo d'artiglieria; gli osservatori fermi nell'altro capo, e quivi tenendo il *pendolo* solevato a qualsivoglia altezza, e l'occhio inteso all'atto dell'allumare il maschio, e 'l pez-

(1) Gassend. Acad. Fior. Mersen.

zo, in vederne il lampo, subitamente han rilassato il pendolo, e datagli sua libertà al dondolare, son venuti contandone gli archi delle ondazioni che ha formate tra il primo apparir della fiamma, fino al primo sentirsi ferir gli orecchi dallo scoppio del tiro. Così han misurata a numero di vibrazioni (brievi moti in contrario, ma fra sè tutti sensibilmente uguali) il lungo, e disteso moto del tempo, dentro al quale il suono partitosi dal primo punto pel primo passo, è giunto fino all' ultimo del millesimo. Fatta questa prima sperienza, e ricaricato il pezzo alla stessa ugual misura che dianzi, l'han tirato alla metà del medesimo spazio. E quivi scaricatolo, e contate col medesimo pendolo le vibrazioni, e in esse la misura del tempo corso fra il dar fuoco al pezzo, e sentirne il rimbombo.

Or se le vibrazioni de' mille passi, si troveranno essere state, diciam così, appunto dieci, e cinque appunto quelle de'cinquecento, se ne avrà chiaro a didursi, che spazio, tempo, e velocità in questi due moti, han fra loro la proporzione di cinquecento a mille, cioè sottodoppia: e che l'andamento del suono, così ne' primi, come ne' secondi cinquecento passi de' mille continuati, è proceduto con equabilità: conciosiecosacchè, e quello, e questo, si truovino cominisurati con le cinque vibrazioni d'un quasi terzo moto, che è quello de'cinquecento passi da sè, pari in tutto alla prima, e alla seconda metà de'mille. Essendo dunque riuscito in fatti vero nelle due sovraposte isperienze quel che, se per ipotesi

fosse vero, darebbe dimostrato, e vinto equabile il movimento del suono, non rimane ostacolo al definire, il suono, per tutta intera la linea della sua durazione, muoversi *equabilmente*. Se già il fastidioso spirito della contradizione, che sta in corpo, e parla in bocca della sempre discordante dialettica, non si facesse incontro gridando arditamente, come ha per consueto. Che il dare per dimostrata da alcun tutto una proprietà, che non si è fatta vedere se non solo in una sua parte; e tanto può avvenire che non si convenga alle altre, quanto non si è provato, che quella medesima proprietà abbia con esse union necessaria, e come dicono, essenziale: egli è un argomentare, che sente anzi che no del paralogismo: mentre usa come evidenza quel che non passa oltre alla congettura: e presuppon trovato quel che tuttavia si rimane in debito di cercare.

A poter sentire una sillaba proferita gridando incontro ad un corpo che la risponda coll' Echo, truovo determinata da un famoso Armonista una distanza di settantanove piedi reali, con due none parti d' un tal piede per giunta: mirate sottigliezza incredibile nell'osservare, franchezza mirabile nel definire, fedeltà senza esempio in quelle due none parti d'un piede non volute accrescere di quel poco, per cui i piedi sarebbono giunti a settanta. Adunque (inserisce egli) a dover sentir dall' Echo le sette sillabe che si contano in *arma virumque cano*, si richiederà una lontananza di quattrocento ottantaquattro piedi

reali, e di più cinque none parti d'un piede, bisognevoli all'andar della voce fino all'eco; e altrettanti al rivenire della medesima all'orecchio: e ciò perchè, se una sillaba abbisogna di sessantanove piedi per giugnere al corpo che l' ha da rispondere per altrettanti, a voler ch'egli di queste sillabe ne risponda sette, è manifesto che il termine si dovrà prendere sette volte da più lontano che dianzi.

Questo discorso procede con evidenza, fuor solamente in quanto presuppon vero quel che era debito di provarsi, cioè, la prima sillaba, nel secondo, nel terzo, e in tutti que' sette spazii l' un più lontano dell'altro, mantenere quella stessa misura di velocità, e di tempo, che tenne quando corse i soli sattantanove piedi del primo spazio. Or non abbiam noi testimonii gli orecchi, non dico di Aristotile, perocchè chi nelle cose naturali il fa cieco, molto più agevolmente il vorrà sordo: ma di più altri moderni, che ne han fatta la sperienza, e si accordano a testificare, che (1) *Voces e longinquo acutiores esse videntur?* e quel ch'è più dilettevole a sentire, il filosofo ne dà l' ecò in pruova: e tal ne soggiugne una sua ragione, che qui non ha luogo a discuterla; e a me ne basta quel ch'è comunemente accettato, che *Acutum est quod velocius est.* Adunque, se il suono è più acuto fu l' ultimo perch' è più veloce, e questa veramente non è fallacia dell' orecchio, e niente più che *videtur*, il suono non si propaga e-

(1) Sect. 11. Probl. 6.

quabilmente. E vaglia il fin qui ragionato a null' altro, che aver semplicemente proposto ciò che potrebbe essere opposto all'equabilità del moto nello spargimento del suono. Vengo ora a dirne ciò che a me buonamente ne pare, quanto all' uno e all' altro capo, dell' *esservi*, e del *provarsi*.

Io ho testimonii de auditu più d'un paio di purgatissimi orecchi, e ne vanno stampate le autentiche deposizioni in fede d' aver sentito il tuono delle artiglierie scaricate da venti, da trenta, e più miglia lontano. Io qui vo' presupporre, che venti miglia nostrali sieno il semidiametro della sfera di propagazione del suono d' una colubrina, caricata a tal misura, scaricata in tal luogo, e quel che rilieva, in tal tempo. Or se ad ogni mezzo miglio contato fossero posti a fil diritto quaranta osservatori, e ciascuno cinquecento passi più lontano che l' altro; e questi veduto il lampo, e con esso, l' atto dello scaricare la colubrina, tutti al medesimo punto dessero libertà ad un pendelo, ugualissimo di misura quel di ciascuno a quel di tutti, e ne contassero fedelmente le ondazioni corse fra mezzo lo scaricar della colubrina, e l' udirne il tuono: poscia, adunati venisser mostrando per ordine i numeri d lle vibrazioni contate da ciascuno nella sua posta: se quelle del primo mezzo miglio, fossero, per esempio, cinque, del miglio intero, dieci; del miglio e mezzo, quindici; venti delle due miglia; e così d'ogni cinquecento passi fino in capo al ventesimo miglio, che compierebbe la misura del tempo,

e del viaggio di questo suono con ducento vibrazioni di pendolo: avuta che si fosse e rettificata questa sperienza non rimarrebbe, per quanto a me ne paia, luogo a dubitare, che il suono non si distenda *equabilmente.* Perocchè se n' è presa una linea di propagazione intera da capo a piedi: e questa divisa in parti eguali, a saperne i numeri, e le misure di ciascuna da sè, poi comparata con tutte le precedenti. Il che fatto con isquisita curiosità, e diligenza, chi v'avrà sì sofistico, o perfidioso, che voglia dar eccezione a quaranta testimonii contesti, e ripetuti, e fra sè rispondenti sempre a tuono i primi con gli ultimi, e i mezzani con amendue gli estremi?

Or questo, che per lo troppo d'uomini, di strumenti, e di passi che gli abbisogna, non è ragionevole a volersi, ed è presto che impossibile ad aversi: io dirò qui come a me sia caduto in pensiero di far sì, che chiunque il vuole da sè solo agevolmente, e mille volte al giorno il possa.

Dimando, e prendo per concedutomi, che un *oh,* un *ah,* un qualunque tal grido io gitti, possa distendersi col suo ultimo punto sensibile per quanto è una linea sonora di cinquecento passi. Poi dico: sianvi due mura di competente altezza, e larghezza; poniam che distanti l' uno dall' altro venticinque passi; e fra sè parralleli. Se io da una finestrella che sia nell' un di que' muri, gitterò quel grido d' una sillaba *oh* incontro al muro opposto, e questo immantenente mel renderà coll' eco, forza è che fra quelle due mura sieguano

tanti scambievoli andamenti, e ritorni di quel mio grido, che io ne senta l'eco dieci volte appunto, cioè fino a terminata la linea di cinquecento passi, quanti ha forza di correrne quel mio grido.

Facciamo ora, che uno o due paia di sottilissimi osservatori mi sieno stati al fianco, avvisando coll' orecchio, e coll' anima ugualmente intenti, se gli spazii del tempo fra l'una e l'altra di quelle dieci ripetizioni, sono stati (quanto è possibile a giudicarne dal senso) tutti fra loro ugualissimi; o pur le prime, o le mezzane, o le ultime voci furono più veloci o più lente al seguirsi, e perciò aventi più o meno spazio di tempo l'una fra mezzo l' altra. Che se avverrà che tutte dieci siano parute equidistanti, non avrem noi probabilissimo il giudicare, che il suono in tutta la lunghezza della sua linea, proceda *equabilmente*? Perocchè non essendo altro quelle dieci andate e venute della mia voce fra que' due muri, che la linea diretta di cinquecento passi (che abbiam presupposto essere la sua natural misura) ripiegata dicennove volte, cioè ad ogni venticinque suoi passi: tanto è filosofare di lei diritta quanto di lei ripiegata. Conciosiecosacchè l'esser riflessa, non le dia, nè le tolga, quanto a sè, velocità o lentezza. Molto più sicura avremmo la sperienza, se le repetizioni dell' eco, fossero venti o trenta, e tutte così le prime, come le mezzane, e le ultime, non possibili a divisarvi l' orecchio, maggiore o minor distanza dall' una all'altra.

Or discendendo dal posto condizionatamente

al provato sensibilmente, dico, che fatta, e rifatta la sperienza di ventiquattro, e di trentadue o circa; repetizioni d' una sillaba renduta dall'eco, non si è mai potuto notare fra esse velocità, nè lentezza che le disagguagli: e or sian delle prime, o delle mezzane, o delle ultime, faccia sentirne altre più tarde, altre più preste. L' eco della celebre villa de' Conti Simonetti presso a Milano, ce ne ha certificati. Ripigliato ivi a fare sino a dodici volte la pruova con ogni diversità di voci o di suoni, al giudizio di molti orecchi (secondo il chiedere ch' io ne avea fatto) attentissimi al verificare il sì, o 'l nò del procedere quelle voci ripetute, sempre equabilmente, eccone i giudizii, e le sentenze conforme; che quell' eco *va equabilissimamente*, e *non v' è accelerazione di sorte veruna.*

Distendansi ora, e si allunghino in una linea diritta quelle quarantotto, o sessantaquattro distanze che sono fra l' uno e l' altro di quelle due mura principali, e tra lor parallele, che ventiquattro, o trentadue volte verso la sera, ripetono quell' *Oh*, o quel qualunque altro suon d' una sillaba; e secondo il dettone poco avanti, avremo il semidiametro della sfera d' un suono, che per quanto egli tiene di spazio, cammina equabilmente e *senza accelerazione di sorte veruna.*

Se poi quanto cresce l' estensione del suono, tanto proporzionatamente, cioè ugualmente, ne cali l' intensione, non è di questo luogo il cercarlo, nè d' ognun che il cerchi il tro-

varlo. Se già quel suo medesimo andare equabilmente correndo, non desse a credere, di trarsi dietro per conseguente il venire egualmente allassandosi, e mancando: il che prima d'aversi per vero, si dovrà esaminar con quello del proporzionato minuirsi del lume, che fu proposto addietro nella quinta figura.

Rimango ora in debito di soddisfare ad una opposizione: che può così ben cadere in mente ad ogni altro, come a me, e l'ho dovuta serbare a quest'ultimo, perciocchè dal discorso fin ora avrà a didursene la risposta. Convien sapere, che il Mersenno, il Foresti, lo Scoto; e altri scrittori di gran merito e fama; consentita che hanno al suono l'equabilità del moto nel propagarsi, e poco appresso entrati sul ragionare dell'eco, ciò nulla ostante, si son confidati di poter diffinire con un *Certo* da toglierne ogni dubbio, che la voce dell'eco, nel ritorno che fa, spende più tempo che nell'andata.

Io non ne leggo appresso verun di loro sperienze fattene in verun modo possibile ad esaminarsi, e giudicarne: ciò che nell'eco più che forse in verun altro accidente del suono è desiderabile ad aversi, per le circostanze, che ristringono spesse volte a cosa particolare d'un luogo quella, che mal si prenderebbe a statuirne regola universale per tutti. Solo un d'essi *Identidem* (dice) *ego expertus sum, sonum reflexum Duplo praecise tardius regredi quam fuisset recta progressurus:* e da lui mostra averlo copiato un secondo, che glie ne fa l'eco. *Nimis au-*

dacter, ripiglia un altro, quanto a quel *Duplo praecise:* e pure ancor egli ne vuole un poco più lento il ritorno che l'andata: e vi si aggiunga il quarto, che a quel poco dà per misura l'essere *Appena sensibile;* e per cagione ne allega il colpo, che la voce dà nel muro, a cui nell'arrivarvi conviene che sia percossa, altrimenti non ne rimbalzerebbe. Or chi mi aiuta ad intendere questo arcano di filosofia?

Che nelle scuole si agiti la quistione, se gittandosi una pietra all'in su, ella si posi alcun momento tra mezzo il finir di salire, e 'l cominciare a discendere, non m'è nuovo. L'ho disputato più volte: e ragioni probabili pro e contra se ne leggono appresso molti filosofi. Ma primieramente quella dimora, quella quiete, quell'intertenimento del quale ivi si litiga, è una minuzia di tempo appena, per così dire, divisibile per metà. Poi (quel ch'è da notarsi con maggior cura) ivi si tratta di due moti opposti e isquisitamente contrarii, e perciò non possibili a continuarsi: e 'l dover passare dall'uno all'altro, fa ragionevole il dubitare, se, e in che modo si uniscono; o immediatamente da sè, o per un mezzo indifferente ch'è la quiete che si frapone. Ma il moto di riflessione, ben è egli ad un termine diverso per accidente, ma non contrario per natura. Terzo: se la voce si posa nel muro che la riflette, chi di poi la riflette? Non il muro, che non ha forza d'agente, come la racchetta verso la palla. Non la voce sè stessa, perch' ella, per-

duto il muoversi, e morta; nè riman chi le possa infondere nuovo spirito che la ravvivi, e imprimere nuovo moto che la rimetta in volo per l'aria.

Sarà dunque per ciò, che il dare una sì grave percossa nel muro, dilomba, scoscia, azzoppa, o in alcun altro modo che a me non si rivela, indebolisce la voce: e quindi il ritornar più tardi che non andò. Così ne parla un di loro: ed io quanto all'indebolire nell'intensione, per alcune sue particelle che ben può essere, che da un muro aspro, e scabro, se ne spargano altrove, di leggieri il consento. Ma se tanto il suon debole quanto il gagliardo (come udirem qui appresso) forniscono ugual viaggio, per uguale spazio, in ugual tempo, che pro dell'avere allegato per cagione cosa che non induce niuna diversità nell'effetto?

In questo mi si fa udire un valente ingegno con un suo trovato in difesa di questa mal difesa tardanza. Ciò sono, certi, non so ben se circuiti, o di qual altro genere curvità, e torcimenti, che, secondo lui, prende a fare la voce ne' ritorni dell'eco. Egli non ne parla più dichiarato: nè io voglio darmi a girar col capo alla ventura d'indovinare in qual punto egli abbia messo il piè delle seste, a servirgli di centro, sul quale formarsi in mente queste a me del tutto incognite circolazioni.

Vengo dunque, per ultimo, al soddisfar che ho promesso all'opposizione, che da questi ritardamenti dell'eco, dove fosser veri,

potrebbe farsi contro all' equabilità nel muoversi, e nel propagarsi del suono: e ne ho a didur la risposta, traendola immediatamente dalla sperienza soprallegata: agevolissima a prendersi, o a farsi prendere da chiunque il voglia. L'eco della Simonetta, come abbiam detto, ripete una voce fino a trentadue volte. Se v'avesse cosa possente a render più tardo il ritorno che l'andata del suono, essendo quelle trentadue volte sessanta e più percosse e ripercosse del suono, come potrebbe in fatti udirsi, e dir vero, che quell' eco va *Equabilissimamente*? e se equabilissimamente, adunque, si come senza *Accelerazione*, così ancora senza *Ritardazione di sorte veruna*: la qual se vi fosse, forza sarebbe che si sentisse, e grande, e ogni volta maggiore, per lo sopravenir che fa alla voce già infralita, un sempre nuovo dar del capo nel muro, e indebolirsi, e allentar più che dianzi. Poichè dunque sessanta e più ripercotimenti d'una voce nell'eco, non bastano a dare un sensibile indizio di ritardarsene punto nulla il moto, converrà dir che sian vane le ragioni, e ingannevoli le Iddio sa quali sperienze, che si allegano per l'opinione contraria.

CAPO QUARTO

S' introduce, e si esamina la quistione, se due suoni disugualmente gagliardi, corrano con ugual gagliardia, e con pari velocità.

Succede ora a discutersi l'altra quistione, che dicemmo essere, se due suoni l'un più gagliardo dell'altro, ciò nulla ostante, procedano con velocità sempre uguale: o pure, se alla misura, e proporzione di quanto l'uno è più forte dell'altro, tanto egli sia di migliori gambe al percorrere, e lasciarsi dietro il più debole.

Alla difficil domanda che questa è, facilmente rispondono quegli stessi che allegammo poc'anzi: i suoni, che dal medesimo punto, al medesimo tempo si scoccano, fievoli, o gagliardi che siano, muoversi *di pari come buoi che vanno a giogo*, disse il poeta, cioè l'uno sempre al fianco dell'altro.

Il suono (dicono) *osserva un tenore invariabile di velocità ne' suoi movimenti; che l'impeto maggiore o minore con cui lo produce il corpo sonoro, non può alterarlo.* Così aver provato, e insegnato il dottissimo Pier Gassendi (1), *il quale afferma costantemente, tutti i suoni, grandi o piccoli ch' e' siano, nel medesimo tempo correre il medesimo spazio*: e la sperienza comprovarne il detto:

(1) Gassend. lib. 6. de qualit. rerum. cap. 10. fol. 414.

Conciosiecosacchè essersi caricati con le convenienti loro misure un mezzo cannone, uno smeriglio, una spingarda, e tutti e tre diritti con le bocche pari verso dove, tre miglia indi lontano attendevano gli osservatori. Questi, ad ogni illuminar che videro prima l'uno poi l'altro di que' diversi tre pezzi d'artiglieria, lasciato a dondolare il pendolo, averne contate le vibrazioni corse dallo scaricarsi fino al loro sentire in capo a quelle tre miglia di lontananza, il suono; e al riscontrarle, essersi provatamente chiarito vero, che il minore, il mezzano, il massimo di que' tre suoni, tutti indifferentemente eran lor giunti sotto il medesimo numero di vibrazioni. Adunque tutti avean corso *nel medesimo tempo il medesimo spazio*. Tal che non sarà da riprendersi il Mersenni (1), colà dove conta fra gli errori del volgo, i darsi ad intendere, che di due suoni, l'un debole, l'altro gagliardo, questo corra con più lena di quello: perocchè a troppe sperienze aver egli provata l'egualità de' loro andamenti per qualunque spazio s' inviino.

Vada ora chi può ad accordare le dissonanze fra questi due gran Musici, il Mersenni, e chi tutto al contrario di lui ha scritto, d'avere, a forza di ripetute, e verificate sperienze, trovato vero, che il suon più gagliardo corre più velocemente del fiacco: (2) *Nam voce, tuba, sclopo, experimenta ador-*

(1) Lib. 3. fol. 214.
(2) Athan. Kirker Musurg. lib. 9. §. 2.

tus ex uno ei eodem loco, deprehendi, quo vehementior est sonitus, tanto eum celerius reflecti (parla in ispecie dell'eco: e notisi, che quel *Quo*, e *Tanto*, ha forza d'importare proporzione di Tardo e Veloce come di Grave ad Acuto) poi siegue a dire: *Ut proinde vehementer mirer, quid optimo Mersenno in mentem venerit, ut sanitum quemcunque ex uno et eodem loco, semper aeque celerem asseruerit.*

Or io, che non quistiono con gli autori, ma con le cose, e per vaghezza di trovarne il vero, ne vo in traccia, dubitando del fatto; più che credendo al detto, m'atterrò al mio stile; e quanto si è alle tre diverse pruove poco fa apportate comincerò, dando loro in prima una general eccezione presa dall' infedel misura che fanno al tempo le ondazioni de' pendoli, disposti a svariar per pochissimo, e schernire chi della loro egualità troppo si fida. Ogni poca alterazione del mezzo, o per vento, o per freddo, o per vapore che sopravenga (e l'aria ne patisce continue impressioni) ne accelera, o ne ritarda il moto. Ne parlo, come ne ha scritto un diligentissimo Matematico (1), costretto dalla sperienza a dire, che *Oscillationum par numerus infideliter numerat tempora aequalia:* come al contrario, in tempo eguale sì disuguale è il conto delle vibrazioni, *ut nunquam idem prodeat numerus*: e ne dà in testimonianza il

(1) P. Theod. More t. aestu maris: procem. num. 29.

misurar che fece due notti l' una presso all' altra, il tempo che trascorse nel portarsi la *Spiga della Vergine* da un tal punto determinato ad un altro: ch' eran su due cime di torri; e la mirava da un medesimo forellino fermato in terra piana: e le ondazioni del pendolo svariarono dall' una volta all' altra, come diecimila a diecimilatrecento: e soggiugne: *Quem ergo dicam in hac inconstantia aberrare, Stellam, an Oscillum?* Qui poi nelle misure de' movimenti del suono, trattandosi di formarne canone universale, non è di piccol rilievo quel qualunque piccolo svario è probabile che v' intervenga: e par certo che non v' abbia industria nè diligenza, che basti a rettificare il moto del pendolo, e correggerne o le anomalie proprie, o i patimenti ab estrinseco.

La seconda eccezione più propria, sia quella medesima che mi recò in ragionevol sospetto di non in tutto fedele, cioè perfetta, la sperienza del capitolo precedente; alla quale mi parve potersi opporre, ch' ella pecca in quanto argòmenta dalla parte al tutto, presupponendo, quel tutto essere della medesima condizione che la sua parte. Adunque ancor qui, l' egualità di tre suoni differenti, non dovrà aversi per bene e regolatamente didotta da una sola lor parte: dovendo le misure de 'lor moti, e tempi, dimostrarsi eguali per quanto è lungo l' intero spazio di tutta la linea sonora, che ciascuno di que' tre diversi pezzi d' artiglieria può correre: il che, come ognun vede, non è possibile ad aversi: perocchè

chi può determinare l' ultimo sensibile de' lor suoni alla spingarda, allo smeriglio, e al mezzo cannone?

E forse questa è da dirsi opposizione fatta con null'altra ragion del volerlo, che il semplicemente volerlo? Quasi non vi sieno in natura de' moti, che se voi gli osservate ne'lor principii, parranno andarsene come contrapesate a bilance pari: poi nel proseguir che fanno più avanti, si scompagnano, e disagguagliano per ispazii visibili ad ogni occhio. Ne sian per esempio due palle di ferro, l'una, poniam di tre o quattro, l'altra di cinquanta o più libbre. Queste al venir giù che saranno lasciate pari col centro da una ben alta torre, per qualche non piccol tratto di via, discenderan sì eguali, che l'occhio non basterà ad avvisar fra loro differenza veruna, nè sguaglio di più alto, o più basso: e non per tanto, col proseguir cadendo, ve ne avrà alla fine una tanto sensibil misura, che ho testimonio un dottissimo osservatore (1), che fattane la sperienza, giudicò quel più leggier de' due pesi, essere stato ben quaranta palmi lontano dal termine, quando il più grave era giunto a toccarlo. E soggiugne, ciò che fa una gran pruova in fede del poco che si de'credere al falso testimonio che in ciò riesce l'udito, perocchè il divorar che fece lo spazio di quei forse quaranta palmi d'altezza il peso più leggiero, fu con un precipizio di tanta velocità, che chi ad occhi chiusi avesse sentenziato di

(1) P. Paolo Casati.

que' due gravi, secondo quello che ne diceva il suono, avrebbe indubitatamente creduto, l'uno esser disceso pari, o quasi pari all'altro: si presso ad insensibile fu la differenza che corse fra i suoni delle percosse che diedero sul terreno, o su la tavola dove batterono.

Non vo'dir nulla del rimbombo, che il Mersenno ha scritto sentirsi più sonoro, e più vemente in lontananza d' un miglio dall'artiglieria, che non vicinissimo ad essa. Non della palla d'archibuso che fa maggior colpo, adunque ha maggior impeto e forza che la sospigne e caccia, a mezzo il corso, che non subito inviata. Sien questi effetti d'altre cagioni, e non si attengono al fatto nostro: benchè ciò non così agevolmente si vorrà concedere da ognuno. Che diremo d' un suono cacciato con impeto da una tromba? va egli sol più lontano e non ancora più impetuoso? non ancor più veloce di quel che farebbe toltane quella gagliardia, quella furia che gli si imprime?

Ben so io, che i fiumi, tutto che ad ogni poco disvarino da sè stessi nel profondo del letto, e nell'ampio delle sponde, non è però mai che in qualunque disuguaglianza non menino per ispazii eguali acqua eguale: tal che in fatti più non ne scarican dove corrono precipitosi, che dove lento lento, e quasi appena si muovono. Ma so ancor esser vero ciò che più volte ho veduto, che dove han tutto insieme rive anguste, e poco fondo, onde fa lor mestieri supplire con la velocità del corso quel

che non han nel cupo, e nel largo del letto, corrono come torrenti gonfi con tanta foga, che in uscendo fuor di quella strettezza all' aperto, ritengono parte dell' impeto conceputo, e sospingono l'acque più avanti: perocchè han dopo sè, e seco unite quelle prestissime che le vengono incalciando. Così l' andare con impeto cagiona in esse il trascorrere più lontano: che è quel ch'io diceva dell'aria, e del suono ristretto nella tromba, cacciato con violenza, corrente con più velocità a distanza proporzionatamente maggiore.

Poniamo poi due corde di minugia, o di metallo, d'altrettanta grossezza l'una che l'altra, tese all' ottava, perciocchè l' una lunga un piè, l' altra due: non direm noi, e direm vero, che la corda di due piedi fa le sue vibrazioni come il doppio maggiori così il doppio più lente che l'altra ch'è d'un sol piede? e se il doppio più lente non ancora più deboli di forza al batter dell'aria, e imprimerle il tremore? e qual è il tremore impresso nell'aria, non è egli ancor tale l'andamento del suono? *Motio quidem velox* (disse Platone nel Timeo) *acuta provenit*: *tarda gravis*, e quinci non seguirà che doppiamente veloce sia il suono della corda acuta rispetto a quel della grave?

Dirammisi agevolmente che no. Conciossiecosacchè due vibrazioni d'una corda ch'è per metà la lunghezza d'un altra, non vagliano a più che una vibrazione di quella ch'è doppiamente maggiore: adunque correran sempre al pari. Come un fanciullino, due de'cui piccoli passi s'adeguino a un solo ma gran passo di

un uomo: se amendue questi andranno insieme, andran l'uno sempre al fianco dell'altro, nulla ostante che il fanciullo con al doppio passi che l'uomo. Ma primieramente, se ciò è vero, ond'è quel che da ognun si pruova, e con Aristotile si confessa (1), il suono acuto avanzar di non poco il grave nel farsi udir più lontano? a questo mi si risponda senza allegarmene quella ragione della più o meno resistenza dell'aria, al muoversi, all'increspansi, al rendersi, e durare ondeggiante: perocchè, così ella, come il filosofo di cui è, viene schernita da quegli che han per indubitato, le vibrazioni, e i tremori del suono (come udirem qui appresso) niun patimento ricevere al propagarsi per qualunque sia la condizione dell'aria. Dipoi io ragiono così; corda più tesa, è più gagliarda nel ferire dell'aria: perocchè, quanto più tesa tanto più resiste al torsi giù dalla sua dirittura, su la quale è tenuta con maggior polso che la men tesa: adunque distoltane, con tanto maggior forza vi torna; e nel tornarvi, maggiore è la percossa che dà all'aria nella quale s'incontra: e quindi la vibrazione più risentita, la mossa al correre più veloce, e da tutto insieme questo, la linea del suono più acuto, e più lunga.

Egli (dico il suono) ha quattro differenze, delle quali le due posson chiamarsi essenziali, e consistono nell'*acuto*, e nel *grave*; soli essi capevoli di consonanza, e dissonanza, contati per numeri armonici, misurati con ispazii, e

(1) Arist. sect. 11. probl. 19.

con regole di proporzioni. L'altre due, dico il *gagliardo* o intenso, e il *debile* o rimesso, sono differenze accidentali alla specie; nè niuna ne guastano. Perciò ancora, in quanto accidentali, e in genere di qualità, salva la specie dell'acuto e del grave, ammettono il più e 'l meno: e secondo i gradi del più o men gagliardo, del più o men debole, si rispondono, e si commisuran gli effetti, dal vincersi, e dell' esser vinti in ciò ch' è proprio della gagliardia e della debolezza in due tali che corrano, cioè il più forte trascorrere, il più fiacco venirgli dietro più lento.

Fin qui noi abbiamo non so ben dire, se intorbidata, o chiarita la verità della quistione proposta sopra l'andar de' suoni di qual che sieno intensione, o rimessione, pari, o no gli uni degli altri. E la ragione del no par che sia, l'andar più lontano il più acuto: dunque ricevere dalla sua prima percossa tanto maggiore snellezza al muoversi quanto è maggior l' impeto che necessariamente gli viene impresso dal movitore: ciò che non avviene al suon grave.

E potrebbe ancor qui aver qualche luogo una ben provata proposizione di quell'eminente ingegno che a me sempre è paruto Nicolò Tartaglia Bresciano, a' cui libri della *Nuova scienza*, perchè avanti di lui non caduta in mente a veruno, si de' l' avere aperta fin da cinquanta anni fa la via, e insegnato il modo di filosofare scientificamente del moto naturale, e violento de'corpi gravi, non sol dentro a'confini della materia di che avea preso

a scrivere, ma tanto più largamente quanto l'han provato, e 'l dimostrano altre opere di altri autori bene aiutatisi della sua, senza nè pur mentovarlo. Or questi, nella quarta proposizione del primo libro; *Tutti i corpi* (dice) *egualmente gravi, simili ed eguali, giungendo al fine de'lor moti violenti, andaranno di egual velocità. Ma dal principio de' tali movimenti, quello che avrà a transire per più lungo spazio, se partirà più veloce*. Così egli nella sua propria lingua: e ne soggiugne la dimostrazione didotta da' principii fondamentali di quella sua nuova scienza. Or chi cambiando la materia, e ritenendo in parte la conclusione, e la pruova, richiedesse nel primo inviarsi di quel moto, e di quel suono che correrà più lontano, maggior forza in atto, che non nell' altro che non ha a fornire la metà del viaggio, potrebbe dirsi, che richiedesse cosa, sto per dire possibile a negarsi? Perocchè essendo *ab estrinseco* i movimenti di questi due suoni l'un grave, l'altro acuto, se non hanno impression disuguale di virtù e di forza movente, onde han disuguale la linea della propagazione? Ma qua altro è l'effetto della maggior forza nel muoversi, che la maggior velocità? adunque se l'acuto perchè va più lontano ha maggior forza, si converrà altresì dire, che abbia maggiore velocità.

Così me la son ita discorrendo fra me, pro, e contra. Ma perciocchè il nodo di questa difficoltà s' inviluppa e ristrigne assai con quel d'un altra forse ancor più intrigata quistione,

non possiamo omettere di proporla, e discuterla.

CAPO QUINTO.

Sperienze, e ragioni, che pruovano, nè le vibrazioni dell' aria, nè il suono (s'egli non è altro che esse) patir nulla dal vento, nè da verun altra disposizione dell' aria. Altre sperienze, e altre ragioni più valide a dimostrare il contrario.

Ricordavi del riscontrare che abbiam fatto i movimenti dell'acqua raggirata in circoli, e sospinta dal sassolino che gittammo in essa, coll'ondeggiamento dell'aria percossa dal corpo sonoro, che tremando egli trasfonde, e imprime in lei il suo stesso tremore, e tanto la vien dibattendo, e increspando, quanto egli dura tremando? Or queste insensibili ondicelle dell' aria, agevolissime al formarsi, velocissime al correre, vastissime al dilatarsi; parecchi valent' uomini insegnano, il suono, o non essere altro che esse, o che che altro sia, non diffondersi fuor che per esse.

Le facoltà poi, delle quali privilegiano queste sonore vibrazioni dell'aria, sono una maraviglia a sentire. Perocchè oltre a quello che ne abbiam raccontato fin ora, del non muoversi più lentamente verso il mancare, di quel che fecero al cominciare (grazia che non v'ha altro mobile nella natura, che se ne vanti): oltre al non correre più velocemente le cacciate con maggior foga: nè le gravi, e ottu-

se, esser più pigre al muoversi che le snelle, e acute, ancorchè queste corrano più lontano, e quelle meno: v' aggiungono di vantaggio quel che ora abbiamo a cercar se sia vero, *il non patir veruna alterazione dal mezzo*. La quale, ancorchè v'abbia non pochi al cui giudizio è paruta quistione da terminarsi con poco più che un semplice sì, o no: pur ella a me si fa una delle più intralciate che abbia questa materia del suono: conciosiecosacchè vi sieno sperienze contra sperienze; e a tal una si risponde meglio con una ipotesi, a tal altra con un altra, a tutte forse con niuna che a tutti pienamente soddisfaccia. Ed io, dopo discussala come ho saputo il meglio, meco medesimo, mi son dato a credere, che non istabilita prima ben bene la verità del fatto intorno a questo particolare accidente del suono, non possa venirsi a saper certo, nè quel ch' egli sia, nè quel ch'egli non sia. Che se dopo pensatovi, e ragionatone, non per tanto ci troverem poco meno incerti del vero di quanto n'eravamo al principio, almen questo ne avremo inteso, che non v'è un intenderlo che appaghi.

Sia dunque (dicon quegli che stimano non patire il suono ab estrinseco, perciocch' egli è non altro che un guizzamento dell' aria): sia comunque esser possa l' aria torbida, o serena, piovosa, o asciutta, tranquilla, o turbata, grossa e fecciosa, o sottile, e pura; i tremori, le crespe, le vibrazioni, le ondazioni, i circoli che in essa si formano, sempre nel dilatarsi procedono col medesimo anda-

mento, e al medesimo passo, invariabile nel proseguir fino al fine per qualunque varietà loro si attraversi nel mezzo. Che più? il vento quanto il più esser possa impetuoso, e gagliardo, nè contrario rivolta indietro, o ritarda queste vibrazioni dell'aria, nè di traverso le dissipa, nè a seconda, le accelera.

Pier Gassendi filosofo di gran nome, e d'ugualmente gran merito, fattane la sperienza, insegnò (1), niun suono rispignersi, nè ritardarsi per vento che gli fosse a filo in contrario. I chiarissimi accademici del saggio, volti, e scaricati due pezzi d'artiglieria l'un contro all'altro, mentre traeva un vento contrario all'uno, e per conseguente, favorevole all'altro, sentirono, che nè il suon di questo arrivò piuttosto, nè quel dell'altro più tardi, che se niuna mossa di vento si fosse fatta nell'aria; talchè sotto il medesimo numero di vibrazioni del pendolo, giunsero a farsi loro sentire così l'un come l'altro. Il dottissimo fra Mersenni, provato il gridare contro ad un eco ad aria nebbiosa, e purgata, ed avrà favorevole, e contraria, mai non conobbe differenza di tardità, o di prestezza al rispondere. Adunque non si è proceduto per fantasie filosofiche, ma per isperienze sensibili, al definire, che le vibrazioni dell'aria, e del suono non soggiacciono alle alterazioni del mezzo.

Se questo è, par necessario a dire, che le vibrazioni dell'aria, o vadano con tanto impeto, e foga, che sforzino, o con tanta pre-

(1) De qualit. rerum lib. 6. cap. 10. fol. 418.

stezza, che trapassino, e vincano il contrario urtare, e rispigner dell'aura, e del vento: come i pesci che nuotan contr' acqua eziandio corrente giù per un declivo notabilmente inclinato. E così in fatti avvenir del suono, vedrassi al dimostrarlo che qui appresso saremo, incomparabilmente più veloce nel muoversi di quanto il sia, nè possa esserlo qualunque velocissimo vento.

Altri ancora passano mille miglia più avanti: e come (dicono) il mezzo di qualunque natura, e condizione egli sia, non impedisce, o ritarda, nè accorcia d' un punto il natural propagarsi della virtù che scaturisce di corpo alla calamita: sì fattamente, che s'ella ha un palmo d' attività, e fra lei, e 'l ferro, sia un palmo d' aria nebbiosa, o purgata, sia di legno secco, o verde, sia di marmo, o di saldissimo bronzo: anzi ancora, sia d' aria, o d'acqua, o d'argentovivo, o di qualunque altro liquore, che passi fra la calamita, e 'l ferro, velocissimamente correndo: la solidità, e la durezza del bronzo non ne impedisce punto il passare della virtù, nè l' aria, o l' acqua, o l' argentovivo rapidissimamente correnti, ne portan seco nulla più, che se fra la calamita, e 'l ferro si traponesse la più sottile, e purgata, la più placida, e quieta aria del cielo. Or così appunto (dicono) si diffonde, e si dilata il suono nell'aria: e per conseguente, grossa o sottil ch' ella sia, annebbiata o pura, piovosa o serena, agitata dal vento o quieta, in tutte queste varietà il suo-

no si mantiene in un sempre invariabile andamento.

Tanta più dunque è la ragion che ho d'ammirarmi leggendo nella Musurgia del p. Kirkea (1) : *Tempore pluvio , aut nivoso, echo mirum in modum obtunditur, ut vix vim habere videatur. Post imbres vehementes, utpote aere defaecto, plurimum virium acquirit. Hic Romae, mirum dictu, spirante borea, maximum vigorem acquirit; austro flaccescit; euro, et subsolano, medio inter se habet. Quando murus obtenditur boreae, stante borea, mirum dictu , vox directa , reflexa notabiliter tardior est. Eodem vero tempore, in meridianam superficiem incidens , directa vox celerior reflexa est: in priori enim experimento. vox directa contraria vento, aegrius voce reflexa per medium fertur : vox reflexa vero, vento secundo delata, celerius redit ad aures: ut quod obstinatione medii prius perdiderat, iam celeritate recuperet.*

Così egli, per isperienze rifattene delle volte si convien dire che molte : e tutto a me giova di credere quel che ne giungo ad intendere , cioè ogni cosa , trattone solamente quest' una : come si sien potuti distinguere, e misurare i tempi de'due viaggi della voce, l' uno nell' andar dalla bocca all' eco , l'altro nel tornar dall' eco all' orecchio. L' occhio , per quanto a me ne paia , non può veder la voce nè all' inviarsi nè al giugnere : l' orecchio non la sente quando ella ferisce nel ter-

(1) Lib. 9. §. 2.

mine, e dà volta indietro, mà sol tornatagli dal ripercotimento dell' eco. La mente poi, non può formarne giudizio sperimentale di più lenta all' andar contra vento, ne di più veloce tornandone a seconda: perocchè soffiando ogni gran vento, ella in fatti va, e riviene non altrimenti che ad aria posata, e senza fiato nè spiro d' aura che l'agiti, e la scommuova. Il che per istrano che paia a dire, pur è chiarissimo a dimostrare. Perocchè, facciamo ch' io parli all' eco, traendomi contro alla faccia una fortissima tramontana: non è egli evidente, che quanto la tramontana rispigne, e ritarda la mia voce all'andare, tanto la sospigne, ed affretta al venire? Adunque rendutale nel secondo viaggio la velocità che le fu tolta nel primo, i tempi d'amendue insieme questi viaggi sommati, si truovan pari a que' due tempi pari che sarebbono, se non traesse niun vento.

Trattone questo, che non si lascia intendere a me leggendolo, come forse al suo autore scrivendolo, abbiamo del rimanente in quelle tante sperienze, provato, che il suono troppo ben patisce ab estrinseco, e si risente, e muta, secondo i cambiamenti del mezzo per cui si abbatte a diffondersi. Adunque, o il suono non è increspamento d'aria, se questi non soggiacciono alle contrarie impressioni dell' aria: o se pur l'è, non l'è altrimenti che i cerchi che si formano nella superficie dell' acqua al gittarsi del sasso: i quali vedemmo tenersi interi, e in moto non contra ogni forza che li contrasti.

Le comparazioni poi del pesce che monta contr'acqua, e della calamita, la cui virtù trapassa ugualmente per ogni mezzo, e per niuno allenta nè indebolisce, son vane al tutto l'una, e l'altra. Il pesce non è parte dell'acqua, come le vibrazioni sonore sono un *modo,* cioè un tal moto dell'aria. Perciò quello, siccome agente diviso dall' acqua, ben può aver momento di forza che superi quello dell'acqua; dove queste, essendo passione dell' aria, in quanto sono in essa, agli accidenti d'essa soggiacciono. La virtù poi della calamita (sia qualità, sia evaporazione di spiriti, o che che altro si voglia) non ha opposizion di natura a qualunque sia il corpo per lo cui mezzo si penetra. Ma le agitazioni dell'aria, quelle che da ostro vengono a tramontana, e quelle che vanno al medesimo tempo da tramontana ad ostro, come hanno i movimenti così gl' impulsi contrarii: e quinci lo scambievole repugnarsi: ed a scompigliarsi, o rompersi, o indebolire.

Per giunta poi, vuole udirsi il Mersenno, cioè un di quegli che poc'anzi negavano, il suono ricevere alterazione, o patimento da qualunque sia la buona o rea condizione dell' aria per lo cui mezzo si spande. Questi, ragionando dell' eco, un ne ricorda per maraviglia, che il dì, ripete delle volte fino a sette, la notte fino a quattordici. Ed io in confermazione v' aggiungo l' altro della Simonetta presso a Milano, che in presso a dodici sperienze fatte, e rifatte con attenzione, e cura particolare, sempre sotto il mezzodì

si tenne fermo al rispondere la medesima sillaba ventiquattro volte appunto, e non mai più nè meno: poi, verso il far della sera, le accrebbe fino a trentadue, o in circa; ch'è una giunta del quarto; ed io mi fo volentieri a credere, che rifacendo la pruova su l'ammezzar della notte, si conterebbbono quarantotto risposte; raddoppiando quelle del giorno, come il Mersenno trovò farsi dal suo.

Ciò presupposto, una delle due si convien dire: o che la notte aggiunga, o che il dì scemi alla voce quella misura ch'è naturalmente dovuta al determinato suono ch'ella è. E quanto si è alla notte, non ispero di sentirmi persuadere da uomo filosofo, ch'ella abbia altra virtù possente a multiplicare il suono, che la quiete, e'l silenzio tanto proprii di lei. Adunque il fracasso, il tumulto, il romore che fan nell'aria le faccende che la mattina si destano, e si lievano a par col sole, e tenuto il mondo sossopra in finch'è giorno, van la sera ancor esse a coricarsi col sole, quello sarà che toglie il potèr sentire ciò che si rende sensibile dalla quiete, e dalla taciturnità della notte. E ciò non perchè si facciano ancor di giorno tutte le ripetizioni dell'eco, e l'orecchio intronato, non sia disposto a sentirle: perocchè la settimana del Mersenno, e la ventesimaquarta della Simonetta, che sono le ultime risposte che quegli echi rendono il giorno, non vengono all'orecchio sì deboli, sì mancanti, e con sì poco spirito, che quel lor suono in tali circostanze sia l'ultimo sensibile dell'u-

dito umano : ben potendo egli sentirne parecchi altri più languidi, e sommessi, se gli venissero agli orecchi.

Riman dunque a dire, che provenga dal mezzo quel che dimezza il suono : quanto a sè possente a farsi sentire il doppio più di quel che in fatti possa, snervato o diminuito ab estrinseco : sia egli poi o secondo Aristotile (1) *Sol qui omnia movet*, intendendolo degli affari del mondo : o secondo Anassagora il Fisico (2) perchè *Aer interdiu stridet a Sole calefactus, et obstrepit : nocte requiescit; utpote cum omnis calor abfuerit :* sia che altro possa fingersi, o trovarsi; il vero par che sia, il suono diminuirsi per accidente contrario al suo distendersi fin dove gli sarebbe naturalmente dovuto. Che quanto al null'altro che andar più lento il dì, che la notte, chi l'ha scritto, io vo' credere che prima di pubblicarlo l'avrebbe cassato, se l'avesse meglio pensato. Intanto diamgli per conceduto, e vero, almeno, quanto si è alle sperienze, se non ancora alle cagioni, quel che ragionando dell'eco trovò essergli avvenuto (3). *Diversis temporibus, mane, meridie, vesperi, noctu, vel per me, vel per alios prius optime, et curiose instructos, experimenta fieri curavi, et semper diversam soni celeritatem invenimus, diversamque intervallorum quantitatem. Intempesto noctis silentio.*

(1) Sect. 11. Probl. 5.
(2) Ibid. Probl. 33.
(3) Lib. 9. fol. 245.

echo dominium suum exercere videbatur ob causas paulo ante dictas, (della tranquillità, e consistenza dell' aria) *Minimam mane reperimus, ob roscidam nebulosamque aeris constitutionem. Meridie melius: fingebat, utpote acre subtiliore: et adhuc melius vesperi, ob aeris perfectam decoctionem.*

A queste quattro cotidiane alterazioni dell' aria, dalle quali altrettante se ne derivan nel suono, la cui linea naturale o gli si accorci, o gli si allunghi, il toglie giù di misura: due sole ne aggiugnerò non affisse a tempo, nè a luogo: l' una sia la nebbia, l' altra il vento. Sperienza dunque certissima è, che come la luce entrando in un corpo mezzo tra torbido, e trasparente, mezzo ancora la spegne, e per così dire, l' accieca: non altrimenti il suono dentro alla nebbia, se non ammutolisce del tutto, almen quanto ella è più folta, tanto egli ne diviene più roco. Testimonii di ciò adduce il Fromondo i suoi medesimi orecchi, colà dove di sè stesso racconta, che navigando giù per la Mosa, un dì che faceva una nebbia assai densa, gli avvenne di trovar su la riva del fiume, o non guari più oltre, una muta di ferrai, che lavoravano a gran colpi un ferro sopra l'ancudine; ed egli pochi passi lontano, sentiva il battere de' martelli si snervato, e stracco, che gli orecchi, al giudicarne, avrebbon detto, quel suono venir da mezzo miglie lontano: tanto se ne perdeva, o ribattuto indietro da' corpicciuoli di quel vapore, o ammorzato in essi.

Del vento poi, confessano quegli stessi, da' quali abbiamo la sperienza delle due tratte d' artiglieria, che quell' una che si sparò contra vento, ebbe il suono più languido, e spossato che l' altra. E non udiam noi tuttodì certe quasi ondate di suono, portatoci agli orecchi con impeto dalle campane quando soffia un vento gagliardo che da verso loro traendo, pare che ce l' avventi incontro, con un quasi aver le campane vicine tre tanti più che non sono? come quando ci udiam parlare per un cannoncello accostatoci all' orecchio, ci sembra d' avere all' orecchio la bocca di chi ci parla, che se (come tal volta avviene quando è tempesta in aria) il vento dà una subita volta, e gira, e si rivolge in contrario; è si debole quel che udiamo, che pare, il vento aver trasportate quelle stesse campane un miglio più lontano di quel che sono. Così sparandosi un tal dì su la Mosa l' artiglieria, ne fu sentito il tuono fino a Mastric, lontano da essa il viaggio di tredici ore, e non si udì punto in Brùsseles, che n' era discosto sol quattro miglia. Nè mi par da sdegnarsi la filosofia de' marinai, che ne hanno avuta maestra la sperienza. Questi, se il vento gli abbandona in alto mare, sparano un archibusata all' aria; e si stan cheti, e coll' orecchio intentissimo: e se avvien che ne odano il ritorno d' un qualche leggier rimbombo, si promettono il vento infallibile di colà ond' è venuto; or sia risospinto, o riportato dall' aria, già in mossa di vento, e corrente verso la nave.

Lascio quel che avvisò il Filosofo (1); che sparso, o ricoperto con un suolo di paglie il palco della scena, i recitanti vi sembrano ammutoliti: tanto è poca la voce, che dissipata in mille parti dalle mille diverse riflessioni, e nascondimenti ch' ella fa di sè in quelle paglie, non ne giunge la centesima parte agli orecchi degli ascoltatori. Così ancor Plinio (2), *Mira* (disse) *praeterea sunt de voce digna dicta. In theatrorum orchestris, scobe, aut arena superiecta, devoratur.*

Or facciamci l' un piè innanzi l' altro, a discorrere, come sogliamo, dubitando, e chiedendo: e primieramente: se il suono non è *specie*, come dicon le scuole, *intenzionale*: nè qualità, nè null' altro che semplice movimento, tremore, ondeggiamento, e vibrazioni dell' aria: se queste, come pur vogliamo, non soggiacciono a' patimenti del mezzo, ma così ardite, e franche, così veloci, e intere van contro vento, come a seconda d' esso, nè più lente coll' uno, nè più affrettate coll' altre: che dovrà mai dirsi che sieno queste pur non poche, nè piccole alterazioni che abbiam veduto imprimersi, e cagionarsi nel suono dal mezzo dell' aria diversamente alternata? Non v' è a chi talvolta non sia avvenuto d' osservare, che quando trae gagliardo un tal vento (sia per esempio la Tramontana) si sente chiaro, e distinto il suono di campane distanti, eziandio qual-

(1) Arist. Sect. 11. probl. 25.
(2) Plin. lib. 11. cap. 51.

che miglio: e al contrario delle altrettanto lontane, quando spira Ostro dalla parte per diametro contrapposta. Questi due suoni contrarii, mentre soffia il lor vento, si sentono ancor di giorno, nulla ostante il tumulto delle umane faccende; che dicono assordar mezzo il mondo: che se non fa vento, non si odono nè pure nel più alto silenzio della notte: ed io ne ho dell' uno, e dell' altro la sperienza di parecchi anni. Or quando spira il vento, che mi porta egli che non avessi? Quelle ondazioni dell' aria nelle quali consiste la quidità del suono? Dunque elle non erano dove io sono, ma ve le ha sospinte, e trasportate il vento. E 'l vento le può sospignere, e trasportare, ed elle, e 'l suono non patiscon dal vento, nè soggiacciono alle agitazioni, agl' impeti, a' movimenti dell' aria?

Forse diran, ch' elle v' erano; e che il vento m' assottiglia l' udito, e mel rende abile a sentir ciò, che senza esso rimaneva potenza non bastevolmente disposta a riceverne l' impressione. Sia vero questo assottigliamento della Tramontana, purchè altrettanto sia vero l' ingrossamento dell' Ostro: e consentasi che abbia detto vero Ipocrate nel quinto Aforismo del terzo libro, che *Austri auditum hebetant*. E pur coll' Ostro, e collo Scilocco, che gli sta a destra; e n' è più vaporoso, si ode ottimamente il suono che amendue portano da lontano. O vorrà dirsi, che non portino altro che una tal maggiore gagliardia del suono? Gagliardia (domando io) separata dal suono? Oh cotesto non ca-

cento libbre, calcato con tutto il lor peso, sarà altra percossa che non quello d'un oncia. Similmente due suoni, or sieno all'unisono, o differenti, sol che l'un debole, l'altro gagliardo, correranno, come si diceva poc'anzi, con le medesime vibrazioni il medesimo spazio in ugual tempo: e pur quello sarà tanto più vemente percossa nel timpano dell' udito, quanto è maggiore il grado dell'intensione che ha, e pari al peso d'esso, la gagliardia del polso, e del colpo che scarica.

Tutto sia vero: ma la comparazione esce di tuono, mentre a una tal domanda, come le medesime vibrazioni (per esempio) del tuono dell'artiglieria su la Mosa, distendono la metà della loro sfera, da una parte lo spazio del viaggio di tredici ore, dall'altra, di sol quattro miglia, che sono due differenze d'un suono solo: si soddisfà con allegar due suoni diversi, rappresentati nelle due palle, l'un forte, e l'altro debole; e ciò non per accidente del mezzo; ma per natura del primo loro producimento. Pruovasi dunque non altro, se non, che di due suoni, l'un debile, l'altro gagliardo, questo farà maggior colpo nel timpano, ancorchè si muova col medesimo passo che l'altro.

Rendiamo ora in brievi parole tutto il divisato fin ora, e diduciamne quel che a me pare assai provatamente seguirne. Diconsi le vibrazioni del suono non suggette a patire qualunque sieno le alterazioni dell'aria: e le vibrazioni del suono non essere altro che le vibrazioni dell'aria. Pur coll' aria nebbiosa io

sentito il suono indebolito sì, che quello che mi sta dieci passi vicino, par che mi venga da cinquecento lontano. Coll' aria poi messa in corrente da una impetuosa foga di vento, non odo assai dappresso dall' una parte quel medesimo suono, che altri nel medesimo tempo ode dalla contraria cinquanta volte più da lontano. Adunque, o il suono è altro che vibrazioni d'aria; o le vibrazioni dell'aria non sono cosa impassibile, e immutabile per le alterazioni dell'aria. Nè sarà vero che il suono proceda *equabilmente*, senon sol dove non v'abbia accidente ab estrinseco che il disagguagli; ed o il ritardi contrario, o l' affretti a seconda, e gli allunghi la linea sonora, o glie l'accorci.

Se poi come i cerchi nell'acqua fortemente agitata, così le ondazioni nell'aria impetuosamente scommossa, e dibattuta, si rompano, si scompiglino, e vadano in conquasso; io non troverei sperimentatore, nè sperienza, a cui tenermi con più sicurezza del vero, che il p. Paolo Casati, e la sua *Tomba parlante*. Udiamlo per bocca d' un di que' Nobili Accademici del Seminario di Parma. Nè altra (di-
» ce) può credersi essere la cagione, che
» nell' uso di questa Tromba parlante, alle
» volte si odono le parole tronche, e dimez-
» zate, o s'interrompe il senso, perdendosi
» ora le prime, ed ora le ultime voci, se non
» perchè il vento laterale (il quale sempre
» in simile occorrenza si è osservato) sof-
» fiando disugualmente ne porta con l'aria il
» suono di quelle sillabe, o intere parole,

» che rimangono intercette. Così quando soffia contrario il vento, conforme alla sua gagliardia, racconcia l'estensione della voce formata nella Tromba: e per l'opposto, quando è favorevole, grandemente l'aiuta a propagarsi in maggior lontananza. Dalle quali cose si rende manifesto, che il suono si propaga col movimento dell'aria, mentre vediamo quanto da questa sia aiutato, o impedito». Così egli: e ne vedremo altre pruove nel capitolo susseguente.

Or presuppostone vero il fatto del rompersi, del ristrignersi, dell'allungarsi la linea sonora della Tromba parlante; chi sa addurne altra cagione, che la contrarietà, e 'l favore del vento, cui posto, si han quegli effetti che senza esso non sieguono? E allora, dove saran quelle inviolabili vibrazioni, quegli ugualissimi andamenti del suono, quelle corrispondenze fra sè, e di moto a moto, come di spazio a spazio, e di tempo a tempo? Si stracciano le parlate per l'aria, e 'l vento se ne porta i brani. Si raggrinzano dentro a loro stesse, e si slungano quasi fuor di sè stesse le pieghe dell'aria increspata (e per conseguente del suono ch'ella è;) e questo non è patir dall'estrinseco? Ben so io d'aver detto, che i cerchi delle ondazioni che l'acqua fa per la percossa d'una pietra gittata nella corrente d'un fiume, si stendono eziandio contr'acqua: ma non lo spererei già io, dove la corrente andasse rapida, e precipitosa al par dell'aria trasportata dal vento: che

non è altro che lei agitata da un più sottile spirito che l' invasa.

Ma sopra ciò vuole udirsi quel che in contrario ne sentì e ne scrisse quell' ottimo ingegno ch' era il p. Francesco Maria Grimaldi (1), colà dove filosofando tutto da sè sopra lo spargimento che fanno de' lor cerchi le ondazioni dell'aria, e con esse il suono che non è, dice egli, punto altro che esse domanda. Or come non le ribatte, non le trasporta, non le dissipa il vento? E risponde quel che troverete ancora nel sesto libro *de qualitatibus rerum* del dottissimo Pier Gassendi: perchè il suono è di gran lunga più veloce che il vento: e ne dà il Grimaldi in pruova di sensibile dimostrazione, l'aver egli più volte veduto da un colle di que'vicini alla sua patria Bologna, allumarsi l'artiglieria della fortezza di Modena venti miglia da lungi; e secondo il buon giudizio che potea farne chi, come lui, astronomo eccellente, tuttodì era sul misurare i tempi con le vibrazioni del pendolo, aiutando nel ministero dell'osservare il p. Gio: Battista Riccioli suo regolatore, e già mio maestro nella teologia: dal fuoco che ne vedeva, allo scoppio che ne sentiva, correan fra mezzo trenta minuti secondi, o circa: *At nonnisi horis integris* (dice) *potuerit haec ipsa* viginti *milliaria absolvere quidquid ponatur transferri a vento etiam validissimo. Igitur motus a vento impressus cuicumque particulae aeris, erit semper valde segnior, quam*

(1) De lumine etc. Propos. 44. n. 17. et 18.

qui per modum minutissimi tremoris eidem impertitur a corpore sonante, vel ab alia particula aeris tremore simili iam affecta ; perocchè presuppon vero quel che non gli verrebbe di leggieri provato , le vibrazioni del suono essere tutte non solamente sottili e trite quanto il più dir si possa (e converrà che il dica ancor di quelle de'tuoni che scuoton la terra, e dibattono gli edifizii) ma veloci, costanti, e valide, al penetrare con impeto; sì fattamente che avverrà indubitato , che per mezzo al vento, comunque spiri contrario, il tremor delle vibrazioni, ciò nulla ostante, si insinui, e penetri, e trapassi. Così movendosi l'una vibrazione per lo moto impressole dalla sua precedente, ed essendo ella più veloce al correre che non il vento al fuggire, continuerassi l'increspatura del suono, senza ricevere interrompimento, nè mutazione dell' aria per cui passa, tuttochè rotta, e scompigliata dal vento.

Questa speculazione, col voler troppo perde ancora quel poco che potrebbe esserle conceduto. Ella vuole, che i circoli che si forman nell'acqua al gittarvi d'un sasso, si allarghino sopra un torrente con quella libertà che farebbono sopra la pianura d' un lago. Vincono qualche cosa, e salgono qualche poco contro acqua, perocchè hanno il loro impeto che li porta: ma perciocchè troppo maggior del loro è quello del torrente che li contrasta, l' andare è poco, e 'l durar è brieve. Non bisogna (come fa qui l'autore) comparar fra loro l'andar del vento con quel del suono , quando

vanno amendue verso il medesimo termine: ma si de' porre l' andar del suono contra il venire del vento: il quale, se rapisce l' aria, se la dissipa, se la trasporta verso dove egli poggia, come non ne porta ancora le vibrazioni del suono, che, secondo lui, non sono altro che l' increspamento dell'aria? Ma che accade discorrerla, per ragioni, dove la sperienza della tromba parlante poco fa raccontata, e prima d'essa ancor l'altre, dimostrano con sensibile evidenza vero essere il detto d'Aristotile, cui dapprincipio allegammo, convincersi di ragione senza ragione quella che contradisce al fatto?

Vediamo ora per ultimo, se per uscir d'impaccio a migliore scorta s'affidano quegli, che sieguono i principii dell'Etere. Tanta velocità di moto (dicono essi) nel propagarsi del suono, che non v' è palla d' artiglieria sì impetuosa, sì rapida nel suo volare per aria, che adegui il precorrere del suo rimbombo: perocchè se un suono di qualunque si voglia intensione proseguisse un ora movendosi equabilmente, passerebbe (secondo le misure che ne immaginò il Mersenno) quattro milioni, e novecensessantotto mila piè geometrici, ch'è quanto dire novecento novantatre miglia italiane, e di vantaggio tre quinti. Un moto dunque di tanta velocità, che stanca, per così dire, il pensiero seguendolo, non potersi fornire in così brieve tempo dentro al grosso, e vaporoso corpo ch' è l'aria: come ben può nel sottilissimo quasi spirito ch'è la sustanza dell'Etere. Non che ancor l'aria dibattuta dal

tremore delle campane, e sferzata dalla vibrazion delle corde, non riceva per alcuna sua parte un impulso che la fa ondeggiare, e serve ad imprimere quel suo increspamento nell'Etere, agevolissimo a riceverlo, perchè nobilissimo: e perchè ugualmente immobile in sè stesso, saldissime a conservarlo per mezzo i venti contrarii, finò a giugnere all'orecchio, e quivi percuotere col battimento del suo tremore il timpano dell'udito, e questo, l'Etere che l'orecchio ha dentro le sue cavità, e ch'è ancor più dentro ne'seni del laberinto, e nei giri della chiocciola, dove si distende il nervo che fa la sensazione propria dell'audito, come vedremo a suo luogo.

Così può discorrersi da'sostenitori dell' Etere; in quanto l'Etere è veramente nell'aria, cioè la parte di lei più sottile, e in lei come gli spiriti, per così dire, dell' acquavite nel vino: ed è tanto più mobil dell' aria, quanto n'è più leggiere, e con ciò più disposto a riceverne, e a continuarne le vibrazioni. Ma non è già perciò ch' egli si debba nè concepire, nè fingere a guisa di rappigliato, e che come tenentesi tutto in sè stesso, tremoli solamente nelle sue parti, immobile nel suo tutto, contra ogni vento che gli spiri attraverso, o alle spalle, o in faccia: non altrimenti che se non avesse a far coll' aria, nè si movesse con essa più che la luce, cui non trasporta il vento insieme coll'aria.

L'Etere (come tornerò a dire nella conclusione del libro) non si vuol fare una quasi quinta sustanza diffusa per l' universo. Egli

non è in fatti altro che il fior dell' aria: di quell' aria dico, ch' empie tutto il gran vano de' cieli, onde vien giù distesa, e continuata fin su la terra: cosa purgatissima, e d' inesplicabil sottigliezza, se non sol dove è intorbidato da vapori, e da esalazioni più grosse, e più pesanti: come forse intorno al sole, e a marte, per quanto ce ne scuoprano i cannocchiali: ma di certo intorno alla terra, per delle miglia in altezza or più or meno, secondo il più o meno salir che fanno l'evaporazioni delle sustanze di quaggiù, assottigliate, e sublimate dal caldo. Essendo egli dunque cosa dell' aria, anzi il solo vero sustanziale di quest' aria che respiriamo, non può nè de' mente filosofica immaginarlo non attenentesi a lei, in quanto non patibile da' patimenti, e dalle alterazioni di lei; ma tutto teso in sè stesso, come l'aria non fosse lui, nè egli lei.

Che poi la luce non sia punto altro che l'Etere, in quanto egli è agitato con un non so ben qual tremolo dalla presenza del sole, e con esso diletichi, e passioni la retina ch'è in fondo agli umori dell'occhio: e che il medesimo Etere si trasmuti ancora in suono, in quanto dibattuto, e increspato con un tal altro scotimento di vibrazioni impressegli da qualunque corpo sonoro, viene a stuzzicarsi il timpano, e per corrispondenza, l'Etere dentro all'orecchio; il leggo nell'eruditissimo fra Mersenno, e volentieri il lascio a lui, e a chi che se l' abbia trovato, e a chi crede, che

ve ne abbia pruove più certe, del niente più che immaginarlo.

Ben mi par degna di ricordarsi la sperienza bellissima, fra le tante belle che ce ne ha date l'accademia del saggio. Chiuser que'dotti entro una scatola di competente grandezza un semplice organetto d'una sola canna, con esso un manticetto bastevole a darle fiato, il cui manico si potea maneggiar di fuori, perchè ne usciva. Sigillate, e stuccate con ogni possibile argomento le giunture sì della scatola, e sì ancor della bocca onde spuntava il manico, trassero fuori l'aria a forza d'uno schizzatoio gagliardo: e quando ella parve succiata sì fattamente tutta, che dentro non rimaneva oramai altro che quel puro vuoto, che i peripatetici niegan potersi dare in natura, dimenarono il manico, e gonfiò il mantice, che poi compresso, diede fiato alla canna, e questa, non solamente sonò contro all' espettazione d'alcuni, ma poco men che sì chiaro, com'ella avrebbe fatto nell'aria aperta: il che sentito non senza ragionevole maraviglia; *adunque* (*dissero alcuni come da scherzo*) *o l'aria non ha che far col suono, o ella vale in qualunque stato ad ugualmente produrlo.* Ma se l' aria non ha che far col suono; e vuóta di essa in tutto la scatola, non v'è rimaso dentro altro che vacuo, non avrem noi in fatti quel primo fra gl'impossibili a farsi dalla natura, che il niente operi qualche cosa? perocchè la pura pura agitazione del mantice non movente nulla fuori di sè, che poteva ella influire nella produzione del suono? adun-

que più che da scherzo vera è la seconda parte: perocchè convenne che in quell' atto intervenisse addensamento e forza di quel corpo flussibile ch'era ivi dentro, cioè di quell'aria attenuata, e condotta, quanto il più far si potè, vicino alla sottigliezza dell' Etere: non però divenuta insensibile tanto, che entrando, e uscendo con forza per la linguetta di quella canna, non la mettesse in tremare: che secondo me non è altro che uno scambievole vincersi che fanno or l'uno or l'altro, il puntar del fiato, e 'l resistere della canna. Quindi dunque le vibrazioni, le ondazioni e 'l suono nell'aria dentro la scatola: e questa, comunicando coll'egualmente sottile ch'era ne' minutissimi pori del legno, continuarsi con quella di fuori, e venirne i percotimenti, e con essi il suono all' orecchio.

Prima di terminar questo capo, debbo avvertire, che qui dove parlo secondo il modo usato da' trattatori di questo argomento, dell'essere uno stesso l'aria e 'l suono, io confondo, come i più d'essi, e adopero per uno stesso il tremore, le vibrazioni, e le ondazioni, o serpeggiamenti dell'aria: de'quali quel che veramente io senta, mel riserbo a dichiarare nella conclusione del libro, dopo rappresentata la notomia dell' orecchio, e dato in essa a considerare, se ad esprimere la sensazion dell'udito, gli ordigni dell'orecchio interiore comportino che non v'intervenga altro che quel solo tremore delle menome particelle dell'aria, che può aversi stando il corpo d' essa immobile, come avviene de' solidi: o

pur se di necessità si richieggon nell'aria sonora ondazioni con moto da luogo a luogo, per cui possa ricevere l'impressione dell'impeto, e della forza, che le dà il Laberinto, e le raddoppia la chiocciola.

CAPO SESTO

Del promuovere che si può a maggior lunghezza la linea naturale del suono. E se v' abbia maniera da chiuderlo, e conservarlo per alcun tempo dentro un cannone.

Abbiam qui a discutere brevemente una forse non lieve difficoltà, *se la linea del moto, e dell'azione del suono, possa per accidente allungarsi oltre a'suoi termini naturali.*

Presuppongo l'ammettersi comunemente per vero, ogni particolar suono aver la sua sfera naturalmente determinata ab intrinseco, in capo alla quale giunto ch' egli sia, se altro di lui non avvenisse, non trascorrerà a distendersi pure un dito più avanti. Poniam dunque che il suono abbia la misura di cento passi per semidiametro della sua sfera. Potrà egli mai, o per accompagnamento, o per assottigliamento, o per sospinta, o per qualunque altro modo che non ne accresca il grado della prima intensione con che fu prodotto, condursi a due, a tre, a dieci volte tanto di lontananza più che non porta il suo tiro?

Del lume, truovo chi mi da per dimostrato, che una lucerna avvicinata al sole guadagnerà il poter gittare i suoi splendori fin

quaggiù in terra: ch'è un bel documento morale, del gran pro che trae un piccolo che si accosta ad un grande, or sia in lettere, o in prudenza, o in virtù singolarmente illustre. Ma quanto alla sua lucerna, il vero si è, che la ragione che quel valente uomo ne adduce in pruova, presuppone la lucerna incorporata col sole, divenuta una parte di lui, e come lui lucida e fiammeggiante; nel qual caso è vero trovarsi l'operazion delle parti nel tutto, che non è altro che le sue parti insieme. Ma se la lucerna si fa trasmutata in sole, ogni scintilla di buon discorso può dare a veder chiaramente, che il suo vanto è vano, perch'ella già non è più lucerna. Non altrimenti un suono, fin ch' egli dura (ne mai sarà che nol duri) qual da prima si è generato in tal grado d' intensione, o di rimissione, non diverrà maggior di sè stesso, per quanti altri siano i suoni a' quali si accompagni: e questo cel presuppon vero ancora il filosofo nel cinquantesimo secondo problema dell'undecima sezione.

Per l'altra parte, v'ha sperienze di certissimi allungamenti del suono, i quali fan dubitare davvero, se, o come sia da doversi accettar per vera quella proposizione, *ogni suono esser determinato a tanta sfera, quanta è l'intenzione ricevuta nel suo primo prodursi.* Perocchè, chi dirà, che una voce umana, quale sogliamo usarla ne'ragionamenti dall'uno all'altro, possa sentirsi articolata a sillaba a sillaba, due e tre miglia lontano? ma la sperienza dimostra, sentirsi nella quiete, e nel

silenzio della notte, il confabulare de' barcaiuoli sopra un lago, così chiaro, e scolpito, che a chi gli udiva, parean vicini a men di cinquanta passi quegli ch'erano quattro grosse miglia discosto. Lascia i muggiti che Strongoli gitta a tanto a tanto dalle sotterranee sue caverne, e si odono d'in sul mare meglio di sessanta miglia lontano: da trenta, e quaranta si è più volte sentito in sul Po a ciel sereno, e ad aria cheta, il tuono dell' artiglieria: universalmente, il suono in su l'acque piane sdrucciola come gli uomini su le gelate: con velocità incomparabilmente maggiore di quel che possa aversi dal muoversi per su la terra, eziandio se campagna egualmente spianata, e distesa.

Forse questo avverrà, perchè come un muro scabro, e solamente arricciato, non rende il terzo dalla voce che in lui fa la ripercussione dell'eco, perciocch'ella in tante diverse parti si sparge, e dissipa, quante sono le prominenze, i groppi, le cavità dell'arricciatura onde il muro è inasprito: siccome all' incontro, intonicato piano, e liscio (purchè non di fresco, come avvisò Aristotile) tanto è il suon che riflette, quanto quel che riceve: similmente la terra sempre irsuta, e ruvida per isterpi, ed erbe, e mille altri fastidii che la rendono scabra, e diseguale, scompiglia il suono e 'l menoma d'una gran parte: dove il medesimo, su la pulitissima, e tutta pari superficie dell'acque stagnanti, e molto più a seconda delle correnti, si striscia, e sfugge con grandissima velecità. Nè punto nuoce il dire, che pur

l' orecchio posto quasi boccone sopra la terra sente i lontanissimi suoni assai meglio, che stando noi in piè diritti, e coll' orecchio in aria: quasi gli debba giugner tanto più libero, e più intero il suono, quanto si tien più da lungi dagl'impacci con che la terra lo dissipa, e lo scema. Non nuoce, dico, perocchè maggior è il pro che fa la terra unendo il suono sparso per l'aria, che il danno del dissiparlo e diminuirlo co'suoi interrompimenti. Così non rimane provato senza contradizione, che la linea del suono corrente sopra l' acqua, s' allunghi: ma sol che rimossi gl' impacci che su la terra l'accorciano, ella si distende secondo la sua naturale attività.

Proviamci dunque ad un altro genere di sperienze. Parlare alla bocca d' un condotto di cinquecento piedi, tutto doccioni di terra, larghi tre in quattro dita, appuntati da un capo, e commessi con le giunture saldamente strruccate; e le parole sentirsi dall' altro capo, è pruova fatta dal p. Kirker. Ma di vantaggio, il famoso Giò: Battista Porta nella sua Magia naturale, racconta, d' aver egli condotti de'canali di piombo fino a due, e a trecento passi, cioè a millecinquecento piedi, e che parlando egli dall' un capo d' essi, l'uditor suo dall' altro il sentiva chiaro, distinto, vivo, e per così dire vicino, non altrimenti che se avesse all' orecchio la bocca del medesimo Porta, pur lontano da lui quasi un terzo di miglio.

Quindi fu il cader ch'egli fece in isperanza, di dovergli riuscire al fatto una tal no-

vissima pruova: pronunziare nell'apertura di un lunghissimo condotto di piombo alquante parole, e mentre elle vi corron per entro, turare, e sigillar ben bene al medesimo punto amendue le bocche al condotto, sicchè per niuno spiraglio ne sfiati l'aria rinchiusavi. La voce imprigionata ivi dentro, allo sturare che poscia a qualche tempo si faccia le bocche del condotto, ricoverata la libertà, ne uscirà a farsi sentire: e con ciò avremmo una maraviglia, anzi un miracolo mai non udito: e quel ch' è più vero, da non potersi mai udire in natura. Perocchè il valente uomo non si avvisò, il suono o esser moto d'aria, o necessariamente richiederlo al prodursi, e al propagarsi: tanto dunque essere impossibile l' avere suono senza moto, quanto l'aver moto dopo costretto il mobile a starsi immobile.

Di questo filosofico abbaglio, il Porta (1) meritava, se non iscusa, pietà: nè io saprei come buonamente difendere dalla censura di temerario quel sì vergognoso e sì acerbo titolo d'*Impostura Portae*, che si è compiaciuto di dargli chi men d'ogni altro il doveva: oltre all' involgerlo tutto in un fascio con gli altri ingannatori, sopra 'l cui capo scarica un gran rovescio d'ingiuriose parole. I meriti che quel curiosissimo ingegno ha tuttavia co' letterati: e dove altro non fosse, l' esser egli stato il primo trovatore del cannocchiale (ne v'è chi gliel possa contendere) non accozzan-

(1) Fol. 272.

do alla ventura (come poscia il tedesco) i due vetri che il formano, ma traendolo da' principii della scienza diottrica, nella quale era spertissimo: il rendevano degno di scriverne con più rispetto: eziandio se fosse reo della colpa oppostagli falsamente. Perocchè il Porta non dà quella sperienza per vera, ma per nulla più che immaginata: e quindi il soggiugner che fa in latin pur chiaro (2), *rem nunc periclitamur. Si ante libri impressionem succedet ex voto, conscribemus:* il che non avendo egli fatto, chi non vede, che tacendo confessa, il fatto non aver corrisposto al pensiero, e la sperienza, e la speranza essergli andata a vuoto?

Ma che diremo, se dopo il Porta, e in faccia di chi l' ha sì malamente trattato, pur vi è filosofo, e matematico di gran merito e di gran fama, che oggidì sostien certo a dover riuscire ciò che il Porta fu in dubbio se riuscirebbe? Questi, nella materia che ha distesamente trattata, filosofa con una tal sua maniera, il suono, lavorarsi di menomissime particelle d' aria purissima, aventi moto, ed impeto: e da questo, e dall'essere particelle d'aria, provenire al suono il potersi diffondere per ogni parte nell' aria, perocchè essa ha linee di moto e di spargimento per tutti i versi: che quanto si è a qualità, vanità essere l' immaginarla qui, dove, per quantunque cercarne, mai non sarà che si giunga a trovare qual sia la cagione, e 'l principio che

(1) Ubi supra.

la produce. Se già non si parlasse d'una qualità modale, cioè d'una modificazione dell'impeto ch' è qualità assoluta: e i gradi comparati del più impeto e del meno, e quindi della più e della meno velocità, essi son la forma del suono, o per dir più vero, de'suoni in consonanza.

Queste particelle poi, quanto al muoversi, muoversi equabilmente: e ciò perchè nell'aria non pesanti. Nè congiugnersi a compor di sè cosa continuata, ma tra l'una particella e l'altra framettersi qualche distanza, e di luogo nell'ordine, e di tempo nel moto del giugner che fanno agli orecchi prima le une che le altre: tanto nondimeno esser prestissima la velocità con che volan per l'aria, che nè la lontananza, nè il tempo che lor si frappone, riman cosa sensibile. E pur ciò nulla ostante riuscir manifestamente sensibile al timpano dell'udito la velocità nel ferirlo delle particelle più menome, e la tardità delle maggiori, che portano, quelle il suono acuto, e queste il grave.

Perciocchè poi il suono è particelle d'aria (come ha detto) non esser da prendersi maraviglia, ch' egli soggiaccia alle passioni, e agli accidenti dell'aria: perciocchè il vento le trasporti col trasporto dell' aria, e quindi si oda il suono or più or meno da lontano, siccome l' aria o vien col vento incontro all' orecchio, o n' è risospinta all'indietro. Quindi ancor il divenir più gagliardo un suono, dove se ne ragunano più particelle, e dove meno, rimanersi più languido, e 'l languido parer

cosa lontana, il gagliardo vicina. Nè contra ciò valer punto il dire, che il vento non può nulla col suono, perchè il suono è più veloce del vento. Velocissimo è il rotolar d'una palla giù per una tavola inclinata: e pur se la tavola, ancorchè più lentamente, si muove a seconda del muoversi della palla, forza è, che le imprima qualche maggior accelerazione.

Ma io non ho preso a far qui un ristretto di questa particolar filosofia del suono, ridotto a null' altro, che schizzo, e spargimento di particelle d'aria moventisi a picchiare il timpano dell' udito; sotto una tal proporzionata misura di velocità, e di lentezza: molto meno vo' prendermi a farne esame e giudizio; fuor solamente di quel che si attiene al *cannone parlante*, che ho qui alle mani.

Distendasi dunque un cannone di competente larghezza: chiuso dall' un capo con un piano niente ruvido, niente scabro, ma liscio, e terso come uno specchio. Lungo poi sia tanto, che parlandogli dall'altro capo dove ha la bocca aperta, questa possa turarsi prima che il suono delle parole, ripercosso da quel pulitissimo fondo dell'altro capo, ne rimbalzino fuori; ma mentre tuttavia o vanno o ritornano, vi si suggellino dentro con un fedel turacciolo, che ne tolga ogni possibile traspirazione. Ciò fatto, il suono di quelle voci si manterrà nel cannone collo spirito vivo, e sempre in atto; udiamne il quanto, e la sua cagione (1). *Cum enim sonus motu ae-*

(1) Propos. 173.

quabili per se moveatur, nec ulla fit destructio soni, nec ullus motus contrarius intra tubum, hic motus per se perennis erit. Itaque sonus intra tubum sempre ultro citroque commeat, idque per se ad plures annos. Se già, come soggiugne appresso, gli atomi dell'aria non dessero qualche noia alle particelle del suono. Dove ciò non avvenga, allo sturar che si faccia dopo molti anni la bocca del cannone, ne usciranno a farsi udir le parole, così fresche, e sonore, come pur testè vi fossero entrate.

Or quello ch'eziandio presupposti que' due principii, dell'equabilità del suono nel muoversi, e del non aver contrario in natura, non mi si lascia intendere in questo fatto, e primieramente che essendo vera l'una e l'altra di quelle proprietà del suono, e che ciò basti a farlo correre per su e giù quel cannone *Ad plures annos*, converrà, pare a me, che basti ancora a farlo muover per l'aria aperta, non solo *Ad plures annos*, ma quanto a sè in eterno: cioè sol che vi fosse un aria immensa, per cui potersi distendere, e spaziare. Perciocchè quel muoversi *Equabilmente*, e quel *non aver contrario*, il suono nol riceve dal cannone in quanto v'è chiuso dentro, ma l'ha egli da sè per natura: adunque l'avrà ancor nell'aria aperta: sì veramente che questa non l'impedisca per accidente; come poc'anzi mostrava poter seguire. Or che il suono abbia una potenza al muoversi, quanto a sè, infinita, cioè interminabile, ma del tutto inutile, anzi del tutto impossibile a venir mai

in atto: dove per tutti gli usi possibili che può avere al mondo glie ne basta una infinitamente minore: io nol so accordare con la provvidenza della natura giustissima nel compartire i principii delle produzioni secondo il nè più nè meno della misura richiesta per dar l'essere agli effetti: e quindi il proverbio corrente, nè Dio nè la natura operar nulla indarno.

Secondo. Nello sturare che si farà dopo molti anni il cannone, ne usciran fuori a farsi udir quelle parole che gli si chiudevano in corpo; adunque il suon di quelle stesse parole, quando si proferirono, era bastevole a farsi udire fino alle stelle, e più su quanto più se ne voglia. In pruova di che si convien sapere, che l'Autore si accorda con Mersenno nel dare al suono, un moto di tanta velocità, che in una sessantesima parte d'un ora trapassa ottantaduemila e ottecento piè parigini, cioè sedici e mezzo miglia italiane a buona misura. Adunque fatta la multiplicazione de'minuti d'un giorno, e de'giorni d'un anno, troverete che il suono, in capo all'anno, avrà corse delle miglia ben cenquarantaquattro mila, e cinquecentoquaranta. E le ha corse in fatti quel suono, che chiuso dentro al cannone *Semper ultro citroque commeat*. Or voi prendete questo filo sonoro ch'è ito come la spola tessendo un anno intero per su e giù quel cannone, e distendetelo, e 'l troverete lungo quelle cenquarantaquattro mila e cinquecento quaranta miglia che abbia contate. Continuatelo *ad plures annos*, e giu-

gnerà alle stelle eziandio nel sistema di Filolao.

Terzo. Se l'aria non ha da sè solo lo sfarinarsi che fa nelle menomissime particelle del suono; nè queste hanno il muoversi da loro stesse; ma tutto viene da violenza loro fatta ab estrinseco (perocchè la percossa, essa è che rompe, e stritola l'aria, e l'impeto loro impresso ne porta le particelle) come mai può darsi ad intendere, che andando elle per forza d'un impulso accidentale, pur vadano non altrimenti che se avessero un principio innato di continuar sempre a muoversi per natura: onde s' abbia a dirne *Hic motus perennis erit?* Il suono poi non ha contrario. Fuori di sè, concediamlo: ancor se si volesse co' democritici ch'egli si diffonda, e corra per quegli indivisibili vacui che si fingono esser tra atomo e atomo. Ma non ha egli in sè a portarlo, un impeto misurato? e non ha in esso il maggior contrario che aver possa un corpo a muoversi oltre misura? essendo l' impeto una forma accidentale, non dovuta al suggetto a cui è impresso ab estrinseco: onde tanto vien consumandosi, quanto è l'effetto del movimento ch'ella vien producendo. Ma ripigliamo il filo della materia interrotto da questa se non altro, almeno curiosa digressione.

Il p. Kirker come di lui racconta un già suo scolare, e poscia in gran parte copiatore del meglio d' alquanti de'suoi volumi; ha insegnato, che se la sfera d' un suono, il cui semidiametro sien ventiquattro piedi, si unirà tutta dentro un cannone di mille piedi, quella

corta misura dell'attività, per così dir, naturale, si allungherà sino al millesimo e ultimo piè del cannone, e colà in capo farassi udir quel medesimo suono, trentanove volte, e non so che più lontano, di quel che al medesimo suono libero, e diffuso sfericamente era dovuto. Io non truovo che si parli di questo fatto con tanta definizione di numeri e di misure, per isperienza che mai se ne sia presa, ma solo a forza d' una ragionevole congettura. Il certo è, che sien mille, sien più, sien meno i piedi, e i passi, una voce ristretta camminerà di gran lunga più oltre che non farebbe allargata.

Perciò, ripigliando il presupposto che ponemmo addietro, cioè che ogni suono formato con tal grado d'intensione abbia tanto spazio, e non più, fin dove può naturalmente distendersi: a me par che ciò si voglia intendere del suono considerato in isfera, cioè nel suo essere naturale: non così dove la sfera si trasformasse in un corpo d' altra figura, come a dire in un cilindro: che in tal caso, è sperienza indubitabile, che la linea sonora s' allunga a dismisura più che dianzi non era. Ma del quanto più si distenda, io non ne so altro di certo, fuor solamente questo, che riuscirebbe falso al fatto quel che riesce vero alla speculazione, nè si avrebbe in natura quel che si dà in geometria: e 'l dimostro così.

Poniamo che un suono libero in aria aperta, e sferico, abbia cento piè di diametro: egli, calculando sopra il dimostrato da Ar-

chimede nel primo libro della sfera, e del cilindro, (1) è atto a formare della sua quantità un cilindro (il diametro della cui base poniam che siano tre once, delle quali il piede è dodici) lungo appunto dieci milioni, secensessantasei mila secensessantasei piedi, e due terzi. Di questi piè fate passi, e de' passi miglia: e vi troverete avere un cilindro lungo due mila e centrentatre miglia, e di vantaggio un terzo. Or chi sarà sì ardito che si prometta di poter far credere, che la sfera d'un suono di cento piè di diametro, chiuso in un cannone largo tre once, e lungo due mila e centrentatre miglia, sia per farvisi udire fin colà in capo? ben richiede l'ipotesi, che essendo egli suono, e giugnendovi, debba sentirsi: ma il giugnervi non si avrà fuor che in pura speculazione, astraente da quel troppo altro ch' è necessario a far che l' esecuzion del lavoro corrisponda all' invenzion del pensiero. A' teologi (non a' filosofi naturali esposti ad essere contradetti dal senso, e convinti dall' evidenza del fatto) può consentirsi il dire, che un angiolo senza punto aggrandire la sfera della sua determinata presenza reale ad un luogo, possa allungarsi per modo, che dalla terra giunga fino al cielo, o senza partirsi dal cielo possa distendersi fin quaggiù in terra: provandolo, come han fatto, con la dimostrazion geometrica de' parallelogrammi (2), che descritti su le medesime basi

(1) Propos. 31.
(2) Eucl. lib. 1. prop. 36.

eguali fra due linee parallele, posson tirarsi sempre più lunghi in infinito, nè però mai l'uno sarà maggior nè minore dell'altro.

Proporzionatamente a questo allungare di non poco l'attività del suono, che abbiam detto farsi stringendone la sfera in un condotto, si vuol discorrere dell'unirsi che avviene or più or meno in altre differentissime guise: e quindi la maraviglia del sentirsi una voce in tali circostanze assai più lontano di quello che in altre passa i termini del possibile naturalmente. Così l'essere udito parlar nelle cammere riquadrate e in volta da un cantone all'altro diametralmente opposto, benchè la voce sia tanto sommessa che non si ode nel mezzo: del che discorreremo qui appresso: così lo strisciarsi su l'acque, e distendersi su la piana superficie della terra un suono a troppo maggiore spazio che non nell'aria aperta. « Se « in un bosco, o alla campagna (dice il p. « Casati nella sua tromba parlante) si caverà « una fossetta profonda uno o due palmi, « tanto larga, che vi si possa applicare la « punta della spalla per mettervi dentro un « orecchio, si sentirà, massimamente di notte, « il calpestio de'cavalli, in lontananza di ben « due miglia italiane, ed anche più. E per « non andar soverchio a lungo, così l'eco della Simonetta, ripetendo ventiquattro volte una sillaba, fa una linea sonora di forse millequattrocento e più passi, quanto lontano indubitatamente non si udirebbe, proferita fuor di que'tre ripari delle tre facciate di quella fabbrica, che quanto impediscono il dilatarsi,

tanto conferiscono al ristrignersi, e divenir più lungamente sensibile la linea di quel suono.

CAPO SETTIMO

Delle cammere, e delle sale parlanti. Se ne consideran le due famose di Mantova, e di Caprarola.

V'ha de' corpi, che non essendo per loro intrinseca azione sonori, pure il sembrano più che gli altri: e mostra ch' essi facciano per ingegno, quel ch'è fatto in essi dal caso. Questi col semplice di fuori, ch' è la nuda pelle della lor superficie, ricevendo l'aria, e il suono ch'ella conduce senza più che adunarla, o ripercuoterla, o allungarla, ne formano maraviglie. Io qui ne verrò descrivendo alcuno in particolare: si perchè ne son degni, e sì ancora acciocchè non si comprino da chi gli spaccia per miracoli d' arte maga que'loro effetti, che nè pure son degni che uomo filosofo se ne ammiri.

L'aria che forma, o porta il suono, va di pari coll' acqua ancora in questo, che come l' acqua non ristretta, diffondesi all' incerta per su le pianure aperte, e innonda, e allaga: ma imboccata dentro a canali, quivi si aduna, e corre dove le loro sponde la menano. Similmente all'aria posson farsi argini, e rive, e inviarla per esse dove più altrui è in grado. Io, navigando, ho più volte veduto in mezzo alla pianura del mar tranquillo mettersi una corrente d'acqua che sembrava un

fiume in mare, così tutto da sè come il mar fosse terra. Havvene tutto dì ancor d'aria nell'aria. E perciocchè ella per sottigliezza e mobilità di natura è sommamente arrendevole all'impressione d'ogni leggier sospinta che le si dia, ciascun può con un soffio diramarne un ruscello; e se il mette a strisciarsi, e serpeggiar sopra un muro, o a scorrere dentro un canale, v'andrà, indifferente a montare o discendere verso ogni termine alto o basso che sia: e ne avrem che quell'aria, di sparsa ch'era, divenga unita, di libera regolata, e di debile al muoversi gagliarda per iscorrere più lontano, portando a far sentire il suono dove non ristretta non giugnerebbe.

Or questo semplicissimo far canale a ricevervi dentro la corrente dell'aria, è tutta la cagione di quell'effetto che si ha dalle cammere, e dalle sale, che da semplici son chiamate (non so se credano per incantesimo d'arte, o per miracolo di natura) *cammere*, e *sale parlanti*. E parlano essa allora che voi parlate in esse: ma così piano, e come a dire in silenzio, che non dovreste essere udito; ed elle fanno che il siate: quando voi con la faccia accostata all'angolo d'una di queste cammere parlanti proferite alcuna cosa con quella voce tanto sommessa, quanto basta perchè voi sentiate voi stesso, o poco più; e pur se un altro terrà l'orecchio nell'altro angolo ch'è contraposto per diametro a quello dove voi parlate, non solamente v'ode, ma così bene scolpito e chiaro, che gli sembra che voi parlandogli abbiate la bocca immediatamente

all'orecchio. Se standovi amendue ne'medesimi angoli, foste volti faccia a faccia l'un verso l'altro, e vi parlaste con quella voce appena sensibile a voi stessi, al certo non v'udireste; anzi, se altri fosse nel centro della cammera fra mezzo all'uno e all'altro di voi, nè pur questi v'udirebbe: ecco dunque il miracolo: che, voltate le spalle l'un contro all'altro, vi parliate, e v'intendiate voi due soli: a quegli che vi son fra mezzo, o la vostra lingua è mutola, o i loro orecchi per lei divengono sordi.

Come Seneca disse de'bagattellieri, che fanno strabiliar chi li vede adoperarsi intorno a que' lor giuochi di mano, nè per quanto l'occhio curiosamente ne spii, può rinvenirne il segreto dell'arte: ma *effice ut quomodo fiat intelligam*, e quello che pareva un miracolo da stupirne, diviene una baia da riderne: poco meno che lo stesso non avviene ancor qui, dove non han nulla che fare certi angoli, e certe linee e punti di concorso somiglianti alle riflessioni catottriche che vi si son voluti tramescolare per null'altro bisogno che di dare autorità al trattatore, e metterne l'opera in riputazione. Con niente più che voltar l'occhio per d'attorno a una tal cammera se ne comprende il mistero, e se ne ha la cagione del non potersi altrimenti che ella non parli. Ma prima che io la metta in disegno, non sarà spero altro che utile il domandarvi, se vi cagionerebbe maraviglia, che appuntandovi io all'orecchio il capo d'una cerbottana, o d'un simile cannoncello di piom-

bo, ma lungo, ponianlo fino a venti piedi, voi m'udiste parlarvi dall'altro capo? Maraviglia credo non vi cagionerebbe l'udirmi, ma sol diletto l'udirmi in modo, che pur essendo venti piedi lontano da voi, vi parrà ch'io vi stia dappresso parlandovi così piano come farei davvero se vi confidassi un segreto. Passiam ora più avanti: e se io piegassi quel cannoncello di piombo, inarcandol sino a farne un mezzo cerchio, e dirizzatolo in piè con la chinatura all'alto, di nuovo ne appuntassi l'un capo al vostro orecchio, e l'altro alla mia bocca, e vi parlassi sommesso e piano come poc'anzi; cagionerebbevi maraviglia o l'udirmi voi, o il non udirmi quegli che si trovassero nello spazio di mezzo fra voi e me? Nè l'uno certamente nè l'altro.

Or di pochissimo falla che non sia un medesimo quel che avviene in questo parlar che si fa nelle cammere, e intenderne distintamente le voci il più lontano che possa mettersi in essa, cioè in capo al diametro d'essa: e non udirle gli altri che sono più da vicino a chi parla. Mettiamo ora in disegno la stanza regolata secondo quelle condizioni, altre essenziali, altre giovevoli come verrem distinguendo appresso, che son richieste a voler ch'ella operi in quanto può, e quanto basta, quel medesimo che abbiam veduto farsi dal cannoncello inarcato.

La prima necessità è, che la cammera sia levata sopra una pianta di quadro, di lati, e d'angoli tutti fra loro eguali: l'altra, che sia fabbrica a volta non a soffitto: e in que-

sto secondo nè la natura nè l' arte possono dispensare. Nell' abitudine poi della volta sta tutto il magistero dell'opera. Ella non de'essere figurata nè a botte, nè a lunette o crociere (come parlano gli architetti) ma in quella particolar maniera che chiamano a padiglione, o a schifo. E questa medesima volta meglio è che non posi col piè dell' arco sopra cornice o fascia che s' aggiri per attorno la cammera, e faccia alcun risalto negli angoli: ma le quattro mura schiette, e piane salgano su diritto , e fino a una competente misura, poi quasi da loro stesse piegandosi vengano incontro , e così inarcate congiugnersi e serrare la volta; che è fare un padiglione alla stanza, o metterle per coperchio uno schifo riversato : nel qual modo è manifesto a vedere, che l'angolo delle mura diritte si continua, e sale ancor su per la volta, e vi forma quasi un canale, che quanto le corre verso il mezzo, tanto viene aprendosi sempre più, e spianandosi, e alla fine in tutto morendo. Non v' è dunque bisogno di scavatura fatta nel vivo della volta a dover servire di condotto alla voce per derivarsi dall' un canto della cammera fino all'altro.

E ben forte mi vergognai leggendo appresso non mi raccordo chi, se non che le carte erano ottantotto: *In his duabus aulis , nihil aliud videre est nisi canalem similem illi quem in Chrypta Syracusana descripsimus. In utraque dictus canalis per modum tholi in oppositos angulos ducitur in gypsea incrustatura, semicirculi forma, in latitudinem fere palmi*

impressus. Qui parla delle due celebri stanze, l'una detta de' giganti nel palagio Ducale del Tè, poco fuori di Mantova: l'altra del famoso palagio di Caprarola; stanze amendue parlanti: e perchè il siano, vien qui dato loro un canale somigliante a quello ch'è nella Grotta di Dionigi tiranno di Siracusa. Io ho veduto il vero canale della grotta di Siracusa della quale parlerò a lungo qui appresso: e ho veduta, e provata al parlarvi la maravigliosa cammera de' Giganti di Mantova: maravigliosa dico, per l'eccellenza e dell'arte e dell'ingegno di Giulio Romano, che in tutta essa, e mura, e volta, dipinse a fresco la gran batteria che i Giganti poetici diedero al cielo, e la loro sconfitta fra le rovine de' monti spezzati a colpi di saette, e lor diroccati in capo.

E acciocchè niun creda esser privilegio riserbato a' Principi, e a' lor palagi, l'aver cammere, e sale parlanti; viaggiando io da Roma a Napoli, m' abbattei dentro un pubblico albergo a trovarne una d'assai mediocre grandezza, ma alle pruove che ogni passagger vollo farne, riuscita solennissima parlatrice: e di così fatte non nominate perchè non sapute, ve ne ha in centomila case. Or in queste due da me vedute, e provate, non v'ha scavatura ch' entri nel vivo della volta, nè di fuori canal di gesso a posticcio, nè null'altro applicatovi a servir di condotto alla voce: nè ve ne ha bisogno, bastando loro per argine e per fossa quel combaciarsi che fanno i labbri del muro e della volta dove è la giuntura dell'un coll'altro, e viene a farsene l'angolo che descrivemmo poc'anzi.

Per sicurarmi poi che la memoria di quaranta anni addietro, da quanto è che vidi in Mantova quella gran cammera de'Giganti, non mi gabbasse in pregiudizio di chi le ha dato un canal somigliante a quello di Siracusa (oltrecchè mio pensiero è stato, di rappresentar questa sola come l'ottima infra quante abbian pregio di cammere parlatrici regolate, a distinzione dell'altre che soggiugnerò qui appresso) ne ho voluta da un amico di colà stesso una descrizione da non potersi desi-
» derar più fedele. La cammera (dice) è qua-
» dro perfetto, di venti braccia mantovane
» per ciascun lato. La volta non ha lunette,
» ma tutto è semplice, e rotonda in forma
» di semicircolo, acuto però alquanto, e ovato.
» Gli angoli da terra fino all'altezza di quat-
» tro braccia, sono perfettamente retti. Pas-
» sata questa altezza cominciano ad aprirsi,
» e corrono all' in su insensibilmente, sem-
» pre più dilicati, ed entrano nella volta,
» della quale non si vede il principio tanto
» insensibilmente ne comincia la curvatura:
» e nel cominciar ch'ella fa, pare che si per-
» dano gli angoli: ma non è così. Sieguono
» più allargati, e quasi in piano per tutto il
» cielo della volta, la quale per essere or-
» nata di pittura ben carica, nasconde tale
» insensibile curvatura, *curvatura* dissi, non
» *Canale*, che di certo non v'è. Così lo dice
» l'occhio, e 'l Fattore l'attesta. Feci parlare,
» ed io stesso più volte parlai da angolo ad
» angolo opposto per diametro: e sempre
» chiare, e distinte s'intesero le voci, tutto-

» chè dette *come in confessione*: senza che
» fossero udite punto da chi stava nel mezzo
» o nell'angolo posto a fianco dell'altro dove
» si parlava.

Fin qui la narrazione del più degno di risapersi della famosa stanza di Mantova, con un espresso negarle ogni scavatura, ogni solco che ne intraversi la volta da canto a canto incrocicchiandosi nel mezzo come sarebbe necessario a seguir se vi fossero. Il mezzo sì alquanto più colmo che non porta la figura del semicircolo: il che mi par certo avere osservato ancor nell'altra che vidi nel viaggio di Napoli: e forse non è piccolo il pro che ne trae il buon riuscimento dell' opera. In tanto è da considerarsi, che quel parlar sommesso *Come in confessione, non udito punto da chi stava nel mezzo della stanza,* cioè alla metà del diametro d'essa, non solamente era udito *chiaro e distinto* nell' angolo contraposto, cioè in capo all'intero diametro, ma con allungar la linea della voce tanto più del diametro, quanto n'è maggiore il suo mezzo cerchio, e di più quel non so quanto gli sopragiugne il colmo per cui forse divien somigliante ad una mezza ellissi in piedi.

Nè dico ciò perchè io creda, che o l'ellissi, o la parabola dove ben la volta n' avesse in perfezion la figura, fossero per giovar nulla in quanto tali, conciosiecosacchè il divenir parlante una cammera (salvo qualche accidente che vedremo qui appresso) non si faccia con riflessione di linee sonore, ma per via di semplice, e materiale strisciamento d'aria e di voce.

Or a vedere come ciò siegua, vuol presupporsi vero, e provato da innumerabili sperienze quel che Plinio ricordò della voce: *Currit eadem* (dice) *concavo, vel recto parietum spatio, quamvis levi sono dicta verba ad alterum caput perferens, si nulla inaequalitas impediat.* L'aria, e 'l suon ch' ella porta, ad ogni lieve sospinta che lor si dia, corrono velocissimamente allora che strisciano sopra un piano liscio e pulito, come addietro vedemmo nella superficie d' un lago. Molto più poi si stende il filo, e si allunga il corso del suono, quando avvien che l'aria sia ristretta a maniera d'acqua in condotto; che non ispande, nè si allarga per ogni lato della sua sfera. Or tutto questo si truova nel parlare che si fa in un canto di queste cammere. V'è il sospignimento dell'aria, e in essa il tremore del suono che fa la voce (che voce non si fa mai senza tremore, eziandio sensibile a chi parlando si pon la mano sul petto). Vi son l'aria, e 'l suono ristretti come in canale fra i due lati dell' angolo, in cui si uniscono i due muri. Per entro questo canale va su ondeggiando co' suoi serpeggiamenti il suono serrato fino ad entrar nella volta, dove spande un poco, e si allarga: ma se la volta è colma ivi si riunisce nel mezzo: e proseguendo si torna ad allargar di nuovo nella contraposta metà della volta; ma rientrando fra gli argini che si fan dalle coste dell'angolo, quivi tutto si aduna, e vien giù serrato all' orecchio: quasi non altrimenti che se gli parlaste per un cannoncello inarcato secondo la

curvità della volta: che è quello che dapprincipio dicemmo esser tutto il magistero, e il segreto di queste cammere parlatrici. Che poi que'di mezzo non odano, questo proviene dal passare il suono lontano da essi, cioè alto sopra essi quanto è il ciel della volta, alla cui superficie si attiene, e strisciando, e correndo per la metà di lei, inerpica, e sale, e per l' altra capovolge e discende.

Rimane qui per ultimo a ricordare, che il riuscimento di questa isperienza non è così implacabilmente determinato ad una invariabil misura di parti, nè geloso di una così stretta osservanza di condizioni, che dove alcuna punto se ne alteri, tutto vada in perdizione, e in conquasso. Nella stanza, è necessaria una competente grandezza: e sarà sempre quanto maggiore tanto migliore, e l'effetto avrà più del maraviglioso. Nelle troppo anguste, tuttochè formate ad ogni giusta misura, non può conseguirsi quel che nell'altre: perocchè non dovendo chi sta nell'un cantone udire per linea retta ciò che gli è detto nell'altro, chi gli parla, è costretto a non batter le sillabe, e articolar le voci, e per conseguente dar loro quell'impeto, e quella forza, senza la quale il suono, e l' aria non sono inviati e sospinti fino in sommo alla volta, e di colà all' orecchio dell' uditore. Così per la troppa vicinità mai non si fugge o l'esser sentito, o il non formar parole sensibili. Nel rimanente, se la stanza non sarà quadro perfetto, ma qualche poca cosa bislungo; se fra la volta e 'l muro correrà fascia, o cordone

che non rilievi gran fatto: o la volta stessa sporgerà col piede un udito fuori del muro, o sarà troppo schiacciata, o non liscia e pulita, ma ruvida e scabrosa, pur ne seguirà l'effetto dell'udirvisi parlare, ma imperfettamente, a proporzion dello storpio che riceverà il suono per correre tutto insieme, e a fil diritto dall'un canto all'altro.

Il medesimo effetto che si ha dagli angoli, e dalle volte in una stanza, sarà necessario che siegua per la stessa cagione ancor negli Archi, e ne'Circoli degli edifizii. Se dunque avremo un arco (poniamlo largo un braccio) imposto sopra due pilastri, alti quanto altrui piace, fino a quel più che una fabbrica può sopportarlo: questa alzata di due pilastri e un arco, pur diverrà parlante, sol che non v'abbia interrompimento di cornice, o di fascia, nè di null'altro che sporga esorbitantemente, e risalti fra i pilastri e l'arco, e che dal piè dell'un pilastro a quello dell'altro corra continuamente una ragionevole concavità: (poniamla un palmo larga e men di mezzo profonda): allora ne seguirà indubitato, che ogni voce sommessa che si proferisca dal piè dell'un pilastro, si oda da chi avrà l'orecchio al piè dell'altro: e l'udirà tanto meglio articolata, e più sonora, quanto è più liscio e più fondo sarà lo scavo, cioè il canale che la portò. Che se nè i pilastri nè l'arco, saranno accanalati, ma piani, e distesi, com'è consueto di farli; e non levati ad una troppo grande altezza, pure ancora in questi la sperienza dimostra che seguirà l'effetto del parlarsi e dell'udirsi da pi-

lastro a pilastro , ma debolmente : a cagion dello spargersi che fa l' aria e 'l suono dove non abbia letto per cui correre, o sponde dentro a'cui margini ritenersi.

Ma ne'circoli, o per meglio dire, nelle fasce circolari, è più agevole a provarsi questo strisciare che per attorno il lor cavo fa il suono ad ogni lieve mossa che sia data all'aria che seco il porta. E qui in Roma può farne ognun che il voglia la sperienza in questa smisurata cupola di s. Pietro : su la cui cornice d' entro , se vi porrete in piedi con la faccia assai vicina al tamburo della cupola, e parlerete in voce sommessa *Come in confessione*, v'intenderà ottimamente chi tien l'orecchio al punto contraposto per diametro a quello dove voi siete: ed è una dismisura in lontananza.

Chi ne fa la pruova , e non ne prende la vera e semplicissima cagione, dello strisciare dell'aria, e della voce per su dove è sospinta, s'indurrà agevolmente a credere, questo non avvenire altrimenti che a forza di riflessioni fatte dalle innumerabili linee sonore di quella voce ripercossa negl' infiniti punti del circolo, e per tutto ad angoli retti: si come linee, che venendo da un capo del diametro, e ripercosse la metà d'esse da un semicircolo, e l'altra metà da un altro, non può altrimenti che tutte non concorrano ad unirsi nell'altra estremità del diametro colà appunto dov'è l'orecchio.

Or che s' avrebbe a dire , se renduta impossibile ogni riflessione a quelle immaginate

linee sonore, seguisse ciò nulla ostante l'effetto dell'udirsi chi parla: e udirsi ancor meglio che dianzi? Ma questo indubitatamente avverrebbe, se dentro al vano della cupola ne ponessimo un altra concentrica, e stretta poche dita o palmi più che la prima. La voce proferita spargerebbesi, e volterebbe a destra, e a sinistra, serpeggiando fra le sponde di que'due mezzi cerchi, come per due condotti: e l'una e l'altra al medesimo punto si scontrerebbono, e ferirebbono all'orecchio che quivi ascolta. Togliamo ora di mezzo alla prima cupola questa seconda che v'abbiam posta solo a fine di rendere impossibili a farsi, e dimostrare inutili ad immaginarsi, le riflessioni: e diciamo, che così siegue in fatti nella cupola aperta. La voce, come dicevam poc'anzi, delle stanze parlanti strisciar sopra il muro un punto all'altro, e venire ad unirsi tutta intera nel centro.

Rimane ora a mostrare, se quanto si è fin qui ragionato possa bastevolmente difendersi dal contradirgli, anzi a dir più vero, dal convincerlo che può fare di manifesto inganno la costruttura della tanto celebre stanza del palagio di Caprarola, parlatrice ancor essa eccellente quanto il più possa desiderarsi, nulla ostante che ingombrata, e divisa da tanti, e così rilevati interrompimenti, che se l'udirvisi delle voci proferite pian piano de' farsi (come abbiam detto) per istrisciamento d'aria, che sospinta da un angolo monti su serpeggiando fino in sommo alla volta, e quindi scorra giù, e venga a riunirsi nell' angolo

contrapposto; al certo qui v'è l'evidenza degli occhi in testimonianza del non poter farsi nulla di ciò in questa mirabile stanza: e perciocchè pur siegue in essa il medesimo parlare, e udire, che nella gran cammera dei Giganti di Mantova: adunque non ne può esser principio e cagione quello strisciar dell'aria, che o vi sia, o non vi sia, pur se ne ha intero intero il medesimo effetto.

Quattro interrompimenti ha il corso dell'aria nella stanza di Caprarola. Ella è perfettamente quadrata: e per ogni lato di quaranta palmi interi, e qualche minuzia di vantaggio. Le mura, salite che sono lisce e diritte sino a venticinque palmi, ricevono per tutto attorno un cornicione largo due palmi, e nel suo piano di sopra sporto fuori del muro un palmo. Quivi si lieva, e posa il piè della volta, la cui forma è a schifo. Questa, cresciuta fino ad esser quaranta palmi a perpendicolo alta dal pavimento, vien coronata d'una cornice ritonda, che ne risalta poco più o men di sette once: e quella parte della volta ch'ella prende a circondar col suo giro, esce di sesto, e si schiaccia e spiana tanto, che non giugne ben bene a tre palmi di cavità: tutto all'opposto di quella de' Giganti di Mantova, che nel mezzo è più colma. Così dal punto dove s'intrasegano le due linee diagonali del pavimento, fino al centro di questo circolo della cornice, v' ha dipresso a quaranta palmi d' altezza. Lascio di far mistero sopra un cammino, due finestre, e tre porte che pur vi sono: perocchè all'effetto di che parliamo,

e tutto è ristretto negli angoli, non conferiscono punto, nè nuocciono. Or in qualunque d'essi parliate sommesso e piano, chi è nel canton contraposto per diametro, egli solo e niun altro di mezzo vi udirà: e l' udirvi sarà così bene scolpito, e chiaro, come non vi fosse nè il cornicione quadro, nè la cornice ritonda.

Come ciò sia possibile ad avvenire, sarebbe tanto agevole lo spacciarsene senza provarvi difficoltà, quanto è alla mano lo scrivere che se n' è fatto, esservi *Canalem similem illi quem in crypta Syracusana descripsimus*: se si potesse accordar con questo di Roma il detto contraddittorio di Caprarola, che *Nella volta non v' é Canale nè cavità veruna*: e per non vedervela, basta adoperarvi gli occhi. Ma nè anche può esservi quel serpeggiamento dell'aria che abbiam presupposto di sopra. Sì perchè nel salire ch'ella, e seco la voce, fa per su il cantone delle mura diritte, ella in giugnendo allo sporto del cornicione, vien riverberata, e risospinta in fuori: e molto più, perchè dove ella pur salisse per su la volta, e la corresse tutta, nel calar giù verso l' angolo contrapposto, verrebbe a battere sopra un palmo di piano, cioè sopra lo sporgere che abbiam detto farsi dal cornicione quadrato: e quivi tutta sparpagliarsi, e spandere per ogni verso: nè unirsi come dovrebbe nel canton delle mura quasi dentro un canale in cui aver forza da farsi udire. Nè si lasci d'aggiugnervi ancor l' altra cornice ritonda, che pur de' la voce cavalcare due volte, e nol può

senza patire i medesimi accidenti del cornicione.

Queste difficoltà veramente sustanziali, confesso avermi tenuto in gran maniera perplesso, fino a disperar di potere accordar con esse il serpeggiamento dell' aria; del quale ho sensibile evidenza lui essere quel solo che giuoca, e lavora ne' casi apportati di sopra, nel fare udir le voci all' estremità, e non al mezzo delle cammere, e degli archi, e de' circoli interi nella cavità delle cupole. Il recarlo a riflessioni che si facciano per linee parallele al piano dell' un canton all' altro, dove si accordino nell' orecchio di chi ode le linee sonore uscite della bocca di chi parla; potrebbe per avventura difendersi, disegnando le percosse, e le ripercosse de' medesimi raggi sotto tanta inclinazione d' angoli, che ne seguisse l' intento: ma oltre all'esser tutto composizione arbitraria, mal potrebbe accordarsi col non udir que' di mezzo, comunque si dispongan le linee o parallele, o incrociate le destre con le sinistre.

Il ricorrere a' due fuochi della ellissi, dove di tal figura fosse la curvità della volta (ciò che veramente non è) la truovo speculazione difficilissima a convenirsi col fatto: perocchè, Primieramente negli archi, e ne' circoli, ne' quali non v' ha due punti di concorso, nè quell' uno che v' ha serve a nulla, non seguirebbe l' effetto: e pur siegue ottimamente: nè mai sarà che possa attribuirsi ad altra cagione che al serpeggiare dell' aria: non a riflessione e ristringimento di linee: al che basta considerare dove ha il suo centro un arco

di mezzo cerchio, levato sopra due gran pilastri, e sapere, e provare, che d'in sul piano a piè d'essi si parla da una parte, e si sente dall'altra, niente meno che ne' contraposti angoli delle stanze. Secondo: nella gran cammera de' Giganti, e nell'altra che vidi nel viaggio di Napoli, dove la volta, è piuttosto colma, e somigliante a parabola, la speculazion dell'Ellissi, e de' suoi fuochi, non può aver luogo. Terzo: dov'ella forse condotta al sesto della ellissi, non sarebbe necessario parlare e udire ne' cantoni opposti piuttosto che altrove: anzi altrove forse meglio che ivi: finalmente: gran presupposti ad arbitrio si richiederebbono nell'aggiustar le linee sonore come è dovuto al riflettere, e all'unire i lor raggi che battono nella cavità d'una ellissi.

Per tutte dunque insieme queste ragioni non ho potuto condurmi a seguitar l'opinione d'un valent'uomo, a cui non non si rende credibile che un tale udirsi il parlar delle cammere provenga da questo mio strisciamento dell'aria, e del suono, ma da riflessioni di linee ripercosse e unite dalla figura ellittica della volta. Nè io certamante saprei tuttora a che altro dovermi appigliare quanto si è a dar ragione di questa cammera di Caprarola; atteso l'impedimento che il cornicione, e la cornice attraversano al continuato salire dell'aria: se finalmente non m'avesse sicurato del vero una sperienza fatta ivi stesso, presente un curioso ambasciatore di Francia, che ancor egli negava possibile l'aggrapparsi del suono, e salir nulla più alto del cornicione,

dove battendo, forza è che rinverta, e declini all' ingiù.

La sperienza fu, portar quivi una scala a piuoli, e appoggiatala con la cima quanto il più si potè d' appresso alla sommità della volta, farvi salire in capo un muratore, che ivi fermo tenesse l' orecchio attentissimo a provar se nulla udirebbe. Ciò fatto, parlar nel cantone in voce piana, e sommessa, com' è consueto di farsi; e 'l muratore (vi si aggiunga che di grosso udito) udir colà su, e ripetere fedelmente ciò che niun altro di quanti eran sul piano, udiva, salvo quel solo che stava nell' angolo contrapposto. Con ciò avuta sensibile evidenza del continuarsi, e giugner che fa sino in sommo alla volta l' aria che ha ricevuta l' impressione dell' impeto, e la voce che si è proferita nell' angolo, nè da lui si è sparsa a farsi punto udire dagli altri: primieramente riman del tutto esclusa la speculazion della ellissi; sì perch' ella non unisce i raggi nel mezzo, come ancora perchè non così vicino alla sua cavità. Secondo: o la chinatura del cornicione non vince l' impeto conceputo dall' aria, sicchè la ributti, e le tolga il salire: o se ciò non si vuole, la ripercuote sol di riflesso: ed ella continuando il moto, va diritto a ferire dentro il cavo della volta ch' è compreso dalla cornice ritonda: e quinci per una linea inclinata come quella dell' incidenza, discende a farsi udire nell' angolo contraposto.

FINE DEL VOLUME PRIMO.

INDICE

DEL PRESENTE VOLUME.

TRATTATO PRIMO

DEL SOMIGLIANTE DIFFONDERSI CHE FANNO IN CERTI LOR MOVIMENTI L'ARIA E L'ACQUA.

CAPO PRIMO

Considerazione de' circoli che si forman nell' acqua, per adoperarli a rappresentare i tremori dell'aria, e gli andamenti del suono. . . . . . . Pag. 5

CAPO SECONDO

Intramessa: dello smisurato, e non credibile spargersi delle onde sollevate nell'acqua dalla percossa d' un sasso. La filosofia naturale doversi tenere colle sperienze: e le sperienze non volersi fare coll' animo passionato: nè creder tutto alle altrui, nè non ne creder nulla. 14

CAPO TERZO

Proseguimento nella considerazione de' circoli mossi nell' acqua, quanto si è al lor dilatarsi. 26

CAPO QUARTO

In che si confacciano i circoli dell'acqua a que' dell' aria, e del suono. Una mirabile proprietà della voce, descritta da s. Agostino, e adoperata a dimostrare la real presenza del divin Verbo, tutto in tutto un luogo, e tutto in ciascuna sua parte. Il naufragio della voce nell' aria, espresso da s. Basilio con quello d'una barchetta nell'acqua. 31

CAPO QUINTO

In che fra lor si discordino le ondazioni dell' acqua, e le vibrazioni dell' aria. Giunta del somigliante ondeggiare di una funicella sospesa. L'impeto che si imprime ab estrinseco, adattarsi alla condizione del suggetto che lo riceve. 43

CAPO SESTO

Quistione intorno a' cerchi dell'acqua formati da un catino tremante. . . . 50

TRATTATO SECONDO

DE' MOVIMENTI DEL SUONO.

CAPO PRIMO

Doversi prendere a disputare del suono, certificatene in prima le proprietà, e gli effetti. Si accennano le diverse opinioni che corrono della sua quidità. Tutte accordarsi nel consentirgli come necessario il moto. In che sian fra loro concordi, e somiglianti, la luce; e'l suono. 61

CAPO SECONDO

In che si dissomiglin la luce, e'l suono: e primieramente, nel moto. Proponsi la quistione, se così la luce come il suono abbisogni di tempo per propagarsi: poi siegue a mostrarsi in che altro sien differenti fra loro: e perchè la luce possa riversare le immagini, e non il suono le voci 70

CAPO TERZO

Il suono propagarsi per l'aria con movimento equabile. I ritorni delle voci nell'eco, non riuscir più tardi delle andate. 81

CAPO QUARTO

S' introduce, e si esamina la quistione, se due suoni disugualmente gagliardi, corrano con ugual gagliardia, e con pari velocità. 95

CAPO QUINTO

Sperienze, e ragioni, che pruovano, nè le vibrazioni dell'aria, nè il suono (s'egli non è altro che esse) patir nulla dal vento, nè da verun altra disposizione dell'aria. Altre sperienze, e altre ragioni più valide a dimostrare il contrario. 103

CAPO SESTO

Del promuovere che se può a maggior lunghezza la linea naturale del suono. E se v'abbia maniera da chiuderlo, e conservarlo per alcun tempo un cannone 129